BIOLOGISCHE

UNTERSUCHUNGEN

VON

PROF. D:R GUSTAF RETZIUS

NEUE FOLGE

X.

MIT XIX TAFELN

INHALT.

STOCKHOLM
GEDRUCKT IN
AFTONBLADET'S DRUCKEREI
1902.

JENA
VERLAG VON
GUSTAV FISCHER.

Herausgegeben d. 27. Nov. 1902.

7. 28. 08

To the Smithsonian Institution
from the Author

Stockholm 15. 2. 08.

BIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

NEUE FOLGE

X.

BIOLOGISCHE

UNTERSUCHUNGEN

VON

PROF. D:R GUSTAF RETZIUS

NEUE FOLGE

X.

MIT XIX TAFELN

STOCKHOLM
GEDRUCKT IN
AFTONBLADET'S DRUCKEREI
1902.

JENA
VERLAG VON
GUSTAV FISCHER

DEM AUSGEZEICHNETEN HISTOLOGEN

HERRN HOFRATH PROFESSOR DR

VICTOR VON EBNER

IN TREUER FREUNDSCHAFT

GEWIDMET

VORWORT.

Die Herausgabe des vorliegenden X. Bandes der Neuen Folge der Biologischen Untersuchungen ist durch die in den letzten Jahren von mir in Gemeinschaft mit Professor Dr. Carl M. Fürst ausgeführte Bearbeitung und Herausgabe des in den Jahren 1897 und 1898 in Schweden gesammelten reichen anthropologischen Materiales wesentlich verzögert worden. Nach dem Abschlusse dieses Werkes, das unter dem Titel *Anthropologia suecica, Beiträge zur Anthropologie der Schweden* kürzlich erschienen ist, habe ich mich bemüht, auch die Herausgabe des X. Bandes der Biolog. Untersuchungen, von dem bereits seit Jahren mehrere Abtheilungen druckbereit vorlagen, zu Ende zu führen. Bei derartigen Sammelausgaben verschiedenartiger Beiträge eines und desselben Autors liegt die Gefahr nahe, dass während der Bearbeitung der einzelnen Themata ein Theil der Abhandlungen etwas veraltet. Um dieser Gefahr möglichst zu entgehen, darf man die Herausgabe der Bände nicht zu lange hinausschieben.

Von den in diesem Bande veröffentlichten Beiträgen lagen die N:rn 1, 4, 5, 6, 9 und 10 mit den dazu gehörigen Tafeln schon lange nahezu fertig zur Publikation vor. Aus diesem Grunde entschloss ich mich, mit der Herausgabe derselben nicht länger zu zögern. Ich muss indessen hierbei bemerken, dass v. A. die letzte Mittheilung (N:r 10) diesmal nicht zum gewünschten Abschlusse gebracht werden konnte; ich hoffe aber dieses Thema noch einmal zur Bearbeitung aufnehmen zu können.

Es war meine Absicht, in diesem Bande noch einige andere Beiträge, mit deren Ausarbeitung ich bereits lange beschäftigt gewesen bin, zu veröffentlichen. In Folge anderer zwingender Arbeiten und Aufträge musste ich jedoch diesmal davon abstehen und mir ihre Publikation für einen folgenden Band vorbehalten. Aus diesem Grunde erscheint der vorliegende Band in weniger umfangreicher Gestalt als eigentlich von vornherein beabsichtigt war.

Für die Mühe mit der Durchsicht der Correktur des deutschen Textes bin ich dem Herrn Geheimen Hofrath H. Buxbaum sehr verbunden.

Stockholm im November 1902.

Gustaf Retzius.

INHALT.

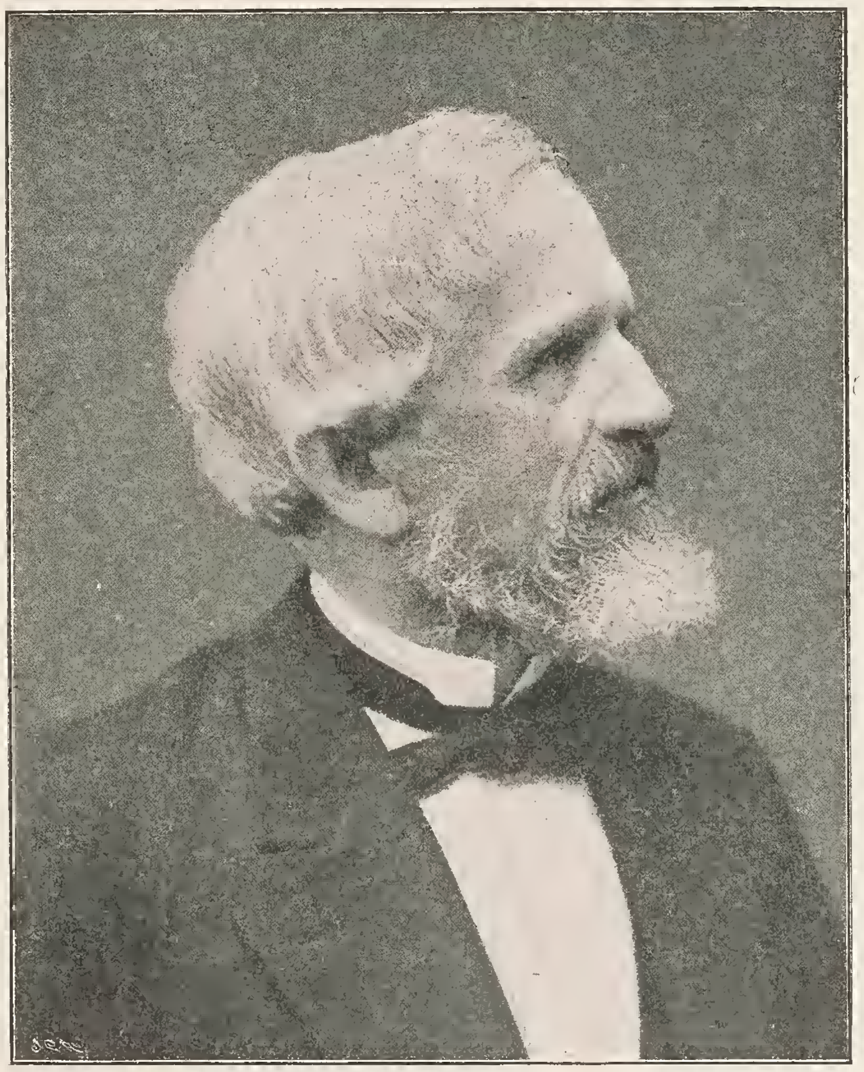
1.

Das Gehirn des Physikers und Pädagogen Per Adam Siljeström.

Taf. I—III.

In zwei früheren Abhandlungen dieser Serie [1]) habe ich die Gehirne des Astronomen Hugo Gyldén und der Mathematikerin Sonja Kovalevski beschrieben.

Von den übrigen aufbewahrten und zu meiner Verfügung stehenden Gehirnen hervorragender Persönlichkeiten will ich mich diesmal mit demjenigen des Physikers und Pädagogen Per Adam Siljeström beschäftigen.



Da ich während der beiden letzten Decennien seines Lebens oft Gelegenheit hatte, mit ihm umzugehen und in vielen Beziehungen seine hohe intellectuelle Begabung kennen zu lernen, kann ich aus eigener Erfahrung über seine Leistungen und seine geistige Beschaffenheit das Wichtigste berichten. Ich bringe hier seine Porträtphotographie und theile einen Auszug aus einem kurz nach seinem Tode von mir verfassten Nekrologe [2]) mit.

[1]) Gustaf Retzius, *Das Gehirn des Astronomen Hugo Gyldén,* Biol. Unters. N. F., Band VIII, N:o 1, 1898. Mit Taf. I—VI. — *Das Gehirn des Mathematikers Sonja Kovalevski,* Biol. Unters. N. F., Band IX, N:o 1, 1900. Mit Taf. I—IV.

[2]) Gustaf Retzius, *Per Adam Siljeström,* Aftonbladet d. 19 febr. 1892.

Per Adam Siljeström war im Kirchspiele Åby in Kalmar Län, Provinz Småland, in Schweden am 24. Dec. 1815 geboren und starb am 19. Februar 1892. Er war also bei seinem Tode etwas über 76 Jahre alt. Er wurde Student in Uppsala 1832, Doctor phil. 1836. Im J. 1838 schloss er sich der französischen, von Paul Gaimard geleiteten wissenschaftlichen Expedition nach den nördlichen Polargegenden an. Siljeström, der sich mit Vorliebe den physikalischen Wissenschaften gewidnet hatte, nahm während dieser Expedition an der Ausführung der meteorologischen und magnetischen Beobachtungen besonderen Antheil. Nach der Heimkehr veröffentlichte er seine Ergebnisse in den Verhandl. d. Schwed. Akad. der Wissensch. und in den Berichten der französischen Expedition. Auch stellte er Untersuchungen über die Richtung der Glacialriefen (der sog. Rollsteinriefen) in Norwegen an und lieferte Mittheilungen über dieselben. Im J. 1844 wurde er Docent der experimentellen Physik an der Universität Uppsala. Er hat werthvolle physikalische Untersuchungen, v. A. über das Mariotte'sche Gesetz, ausgeführt und die Resultate derselben in mehreren grösseren Abhandlungen veröffentlicht. Früh wandte sich aber auch sein Interesse den Unterrichtsfragen zu. Er hatte ein hervorragendes pädagogisches Talent und wurde v. A. in der Mathematik ein ausgezeichneter Lehrer. Im J. 1856 wurde er zum Rector der Neuen Elementarschule in Stockholm berufen, wo er Gelegenheit fand, seine reformatorisch-pädagogischen Ansichten zu verwerthen. Während einer Reise in Nordamerika 1849—50 hatte er dem dortigen Schulwesen umfassende und eingehende Studien gewidmet, deren Ergebnisse er in einem viel Aufsehen erregenden, ausgezeichneten Werke (Reise in den Vereinigten Staaten 1852) niederlegte; dieses Werk, das erste seiner Art, wurde auch ins Englische übersetzt (1853). Nach seiner Heimkehr aus Amerika widmete er sich mit besonderer Kraft der Reformirung des schwedischen Schulwesens. Vor Allem richtete er die Aufmerksamkeit der Behörden auf die grossen Mängel in dem Zustande und der Ausstattung der schwedischen Volksschulen. Seine Vorträge »über die Schulhäuser und das Schulmaterial» (1853) wurden für unsere Volksschule und die übrigen Schulen epochemachend, und in d. J. 1851—60 kämpfte er erfolgreich für die Hebung und Entwicklung des ganzen Schulwesens, v. A. der Volksschule. Durch seinen Einfluss in den Reichstagskreisen gelang es ihm, die Opferwilligkeit des Volkes und der Regierung für diese Angelegenheit zu entfalten; es ist in der That in hervorragender Weise das Verdienst Siljeström's, dass die schwedische Volksschule so relativ früh eine so hohe Entwicklung gewonnen hat. Seine genialen Vorträge und Schriften wirkten erweckend und reformirend. Nicht nur das Material und die Häuser wurden in hohem Grade verbessert, sondern auch der gesammte Unterricht; die Lehrbücher sowie die Ausbildung der Lehrer und Lehrerinnen wurden reformirt. Seine zahlreichen Schriften sind voll von scharfer Beobachtung und spiritueller Reflexion, und sie werden sicherlich immer einen hohen pädagogischen Werth behalten. Sie bilden einen Codex, in welchem die meisten neueren guten Gedanken und Behauptungen der Reformstreber der Jetztzeit schon behandelt worden sind. Beim Studium dieser Schriften, die grösstentheils in d. J. 1850—60 erschienen, kann man nicht umhin, den genialen Scharfblick und die grossen Gedanken des Verfassers zu bewundern. Mit der vorurtheilsfreien Wahrheitsliebe des echten Naturforschers, in Verbindung mit der umfassenden Kenntniss des vielseitig erfahrenen Pädagogen hinsichtlich der menschlichen Natur, theilt er in diesen Schriften so viele vortreffliche Beobachtungen und Gesichtspunkte mit, dass sie von jedem Pädagogen studirt werden sollten.

Er kämpfte für neue Prinzipien im Unterricht. Obwohl selbst klassisch hochgebildet und von Bewunderung für die Sprachen und die Litteratur der Griechen und Römer erfüllt, wollte er die klassischen Studien den Universitäten überlassen. Mit Gedankenschärfe und treffender Logik legte er dar, wie hohl und unpraktisch der Unterricht in jenen Sprachen und ihrer Litteratur in den heutigen Schulen ist.

Das herrschende System des Unterrichtes betrachtete er sogar als schädlich, indem es zwar eine gewisse seelische Disciplin und Biegsamkeit ausbildete, durch welche die Anlagen und Ansichten des Individuums den äusseren Regeln untergeordnet und eine gewisse Vielseitigkeit der Kenntnisse in den verschiedenen Lehrfächern erworben würden, aber nicht die *Willenskraft* — die Bedingung des Charakters und der wahren Seelenenergie- entwickelte.

Siljeström wünschte einen anderen Ausgangspunkt der ganzen Erziehungslehre als den gewöhnlich angenommenen. Man hat, sagte er, etwas übersehen, was zwar von Staatsmännern und Philosophen und Pädagogen als etwas sehr unbedeutendes aufgefasst wird, nämlich — das *Kind* selbst, gerade dieses individuelle Kind, das erzogen werden soll. Auch wenn man in der Theorie die Bedeutung des Beachtens der individuellen Anlagen erkannt hatte, so hat man sie doch nicht zum Ausgangspunkt der Erziehung gemacht. Dies ist gerade, was Siljeström wollte, oder mit anderen Worten, er wollte die *Individualität* möglichst zum Erziehungsprinzip nehmen. Man soll, sagt er, die individuellen Anlagen nicht, wie gewöhnlich geschieht, als etwas »Böses» auffassen, das

beim Unterricht störend wirkt, sondern dieselben als etwas *positiv Gutes*, das gepflegt und unterstützt werden sollte. Aus diesen Gründen kämpfte Siljeström für die Wahlfreiheit der Lehrfächer und die freie Versetzung der Schüler sowie auch für verbesserte Unterrichtsmethoden in allen Richtungen, die dazu dienen konnten, den Unterricht lebendiger und anschaulicher zu machen. Er war ein Feind der vielen Aufgabenarbeit, ja sogar des »Buches», der »Vielleserei», sowie ein geschworener Feind der Körperstrafen als Erziehungsmethode, und er trug nicht wenig dazu bei, dass diese Methode aus dem schwed. Schulunterricht verwiesen wurde. Er wollte in diesem der Naturkunde, der Muttersprache und den modernen Sprachen, v. A. einer derselben, einen bedeutenderen Platz geben. Er betonte die Bedeutung der »*Erziehung des Auges*» und des Anschauungsunterrichts. Er wollte gleichzeitig mit dem Unterrichte in den theoretischen Kenntnissen auch eine *praktische* Ausbildung, die Erziehung der *Hand,* die Entwicklung des *Beobachtungsvermögens,* und einer frühen *Gewerbspraxis* eingeführt sehen.

Siljeström wollte, dass die individuellen Anlagen schon früh zu ihrem Rechte kämen. Deshalb sollte der eigentliche Schulunterricht schon im 14.—15. Jahre abgeschlossen sein, und dann je nach der Beschaffenheit der Anlagen der höhere Unterricht in den Universitäten oder in anderen Specialschulen fortgesetzt werden. Er wollte, dass der Schüler nicht, wie so oft der Fall ist, müde, blasirt, ohne eigene Willenskraft und arbeitsunfähig ins eigentliche Leben trete, sondern mit frischem jugendlichem Muthe und v. A. *früher* in die Wirksamkeitsphäre hineinkomme, wohin seine Anlagen und seine Neigung ihn riefen.

Ich habe hier diese Grundprincipien der pädagogischen Lehren Siljeström's angeführt, weil dieselben, mit der scharfen Logik des physikalischen Naturforschers und mit der stilistischen Begabung des erfahrenen Menschenkenners dargestellt, in unserem Lande grosse Aufmerksamkeit erregten, viel discutirt wurden und zahlreiche Freunde und ebenso viele Feinde fanden. Sie wurden zum Gährungsstoff in unserem Schulwesen und haben sicherlich viel Nutzen geschaffen. Siljeström vertheidigte seine Principien mit grossem Talent und führte sie als Rector der Neuen Elementarschule i Stockholm (1856—62) in den Unterricht ein. Im J. 1862 wurde er zum Inspector der Volksschulen in Stockholm ernannt. Bald danach erkrankte er aber und musste auf die erwähnten Aemter verzichten, um die nächsten Jahre auf dem Lande zu leben. Dies war ein schwerer Verlust für die reformatorischen Bewegungen in dem schwedischen Schulwesen, und den freisinnigen Bestrebungen im Reichstage. Einige Jahre später aber ging er in den Reichstag und siedelte auch wieder nach Stockholm über. Als politische Persönlichkeit wirkte er stets in einer freisinnigen Richtung, v. A. auf dem Gebiete des Unterrichtswesens und der Kultur. Er war ein entschiedener Freund der Gewissensfreiheit und aller anderen humanitären Bestrebungen. Auch wirkte er reformirend auf die Erziehung der Frauen. Durch seine Bemühungen wurde der höhere Unterricht derselben sehr gefördert, und sie hatten die Errichtung des ersten höheren Lehrerinnen-Seminarium (1860) zur Folge. Er wirkte kräftig für die Einführung des gemeinsamen Unterrichts für Knaben und Mädchen, für die Errichtung einer Universität in Stockholm u. s. w.

Im Ganzen interessirte er sich für jeden Fortschritt der Kultur und der Humanität, für die sociale Entwicklung sowohl als für die politische, und kämpfte mit Wort und Schrift dafür, als Mitglied des Reichtages und als Privatmann, bis zu seinem Tode. Er war ein edler Fortschrittsmann, in dem besten Sinne des Wortes. Er hoffte stets, — auch wenn es ihm schien, dass die Entwicklung stille stand oder sogar Rückschritte machte —, dass die Zukunft der Menschheit doch edler und reiner werden würde.

Ich habe hier die am meisten in die Erscheinung tretenden Charakterzüge Siljeström's hervorgehoben. Im Einzelnen wäre viel hinzuzufügen, was aber in einer Abhandlung wie diese nicht Platz findet.

Im Ganzen dürfte indessen aus dem Gesagten hervorgehen, dass Per Adam Siljeström ein scharfsinniger, origineller, hoch begabter Mensch war, welcher für sein Volk viel Gutes gethan hat. Mit seiner ausgesprochenen, bewährten Begabung für die Mathematik und die Physik vereinigte er ein seltenes Talent für die pädagogischen Aufgaben und drang mit genialem Blick und der Energie der Ueberzeugung tief in die schwierigen Fragen der Erziehung ein. Zwar ist noch nicht Alles was er geäussert, geschrieben und gewollt hat, beachtet und durchgeführt; manches wird aber sicherlich, wenn die Zeit einmal reif sein wird, wieder auf die Tagesordnung kommen, um durchgeführt zu werden.

Siljeström war ein Mann von etwas über mittlerer Körpergrösse; das genaue Maass ist mir nicht bekannt. Er war im Ganzen kräftig gebaut und von imponirendem Aussehen. Seine geistige Ueberlegenheit und sein starker Wille leuchteten aus seiner äusseren Erscheinung hervor. Die scharf geschnittenen, intelligenten Gesichtszüge und die funkelnden Augen legten, v. A. während solcher Discussionen und Reden, welche seine Lieblingsthemata besonders aus dem pädagogischen und socialen Gebiete behandelten, Zeugniss ab von seiner hervorragenden intellectuellen Begabung. Bei derartigen Gelegenheiten, trat er, durch die Themata und die Disscussion erwärmt, als ein ausgezeichneter, spiritueller Redner hervor. Seine scharfe Logik und seinen sinnreichen Witz konnten die Gegner schwer pariren.

In den letzten Jahren seines Lebens erkrankte er, wurde allmählig mehr passiv und scheinbar weniger interessirt für die socialen und pädagogischen Fragen. Sein jugendlicher Enthusiasmus wurde durch die Erlebnisse allmählig abgestumpft. Hin und wieder erwachte aber dieser Enthusiasmus wieder und verscheuchte die Skepsis und den pessimistischen Anstrich. Der alte Kämpfer für den Fortschritt und die Freiheit des Menschen zeigte von Neuem seine Kraft, seinen Lebensmuth und seinen Glauben an die Zukunft. Schliesslich erlag er den Folgen einer schweren Erkrankung an Influenza.

Bei der Untersuchung des Gehirns, das zu meiner Verfügung gestellt wurde, fand sich am rechten Frontallappen, hinten-oben im Gyrus frontalis inferior, ein etwa haselnussgrosser Abscess. Das Gehirn wog 1422 Gram. Da die Formolhärtung noch nicht eingeführt war, wurde das Gehirn in Alkohol gehärtet. Leider hatte ich noch nicht das Aufhängen des Gehirns während der Härtung erfunden; es wurde deshalb auf Watte gelegt. Da es aber sehr weich war (es wurde 3 Tage nach dem Tode herausgenommen), sank es etwas zusammen und behielt nicht völlig die natürliche Gestalt. Indem durch das Herabsinken der oberen-medialen Ränder die Längsspalte erweitert erscheint, lassen sich die Windungen in dieser Region, und sogar die mediale Fortsetzung der Windungen der äusseren-oberen Fläche, recht gut überblicken. Auch die Windungen der übrigen Hirnflächen sind, wie die Lichtdruckfiguren zeigen, in ihrer Anordnung und ihrem Verlaufe gut zu verfolgen. Das Gehirn ist im Allgemeinen als windungsreich und stenogyrencephal zu bezeichnen. Wenn man es z. B. mit den beiden von mir vorher beschriebenen Gehirnen von Hugo Gyldén und Sonja Kovalevski vergleicht, fällt dies besonders auf. An dem Gehirn Siljeström's sind die Windungen schmäler und gewundener und die secundären Windungsstücke zahlreicher; indessen darf hier betont werden, dass sie in Folge der Härtung in Weingeist etwas zusammengezogen sind und schmäler erscheinen als sie im Leben waren.

In der unten folgenden Beschreibung wird jede Hemisphäre für sich behandelt. Jeder Figur der Lichtdrucktafeln ist eine Conturzeichnung mit der Angabe der wichtigeren Furchen und Windungen beigefügt.

Die rechte Hemisphäre.

1. Das Rhinencephalon.

(Taf. II, Fig. 2; Taf. III, Fig. 1.)

Am *Bulbus* und *Tractus olfactorius,* am *Trigonum olfactorium,* an der *Substantia perforata anterior* und an den *Gyri olfactorii medialis* und *lateralis* ist nichts Besonderes zu bemerken.

Der *Gyrus hippocampi* (Taf. II, Fig. 2 gh) zeigt vorn den normal entwickelten *Gyrus lunaris* (semilunaris), mit dem *Sulcus semiannularis* und nach aussen davon den *Gyrus ambiens;* nach aussen vom letzteren erkennt man den *Sulcus rhinencephali inferior (sri),* welcher tief eingeschnitten ist. Vorn-aussen findet sich die *Fissura rhinica (fr),* an der man eine vordere tiefere und eine hintere seichtere Abtheilung unterscheiden kann. Nach aussen von ihr, zwischen ihr und dem Vorderende der Fissura collateralis, findet man eine breite Brückenwindung, den Gyrus *rhinencephalo-temporalis* (ht), welche den Gyrus hippocampi mit dem Pole des Lobus temporalis vereinigt. Was die hinteren Brückenwindungen betrifft, so sind die beiden *Gyri rhinencephalo-linguales, anterior* und *posterior*

(HL[1] und HL[2]), beim Ausgang hinabgedrückt und erscheinen deshalb als abgeschnitten; in der Regel pflegt ja sonst die hintere oberflächlich zu sein. Der *Truncus fissuræ calcarinæ (tfc)* schneidet vorn weit und tief ein und lässt nur einen sehr schmalen, tief gelegenen Isthmus sichtbar.

Die *Fissura collateralis (co)* zeigt in ihrer Mittelpartie einen stark medialwärts hervorragenden Bogen und beschränkt hierdurch die Breite des Gyrus hippocampi; nach vorn hin biegt sie sich lateralwärts vom Gyrus lingualis und endet unter dem Occipitalpole zweigetheilt.

Nach oben hin setzt sich der Isthmus, wie in der Regel der Fall ist, verbreitert in den *Gyrus cinguli* (CI) fort, indem er von hinten her die vom Præcuneus kommende Brückenwindung, den *Gyrus præcunei posterior* (PP), aufnimmt, nach vorn-oben davon aber durch einen schön entwickelten, bogenförmigen *Sulcus subparietalis (sp)* begrenzt wird, der sich vorn in den *Sulcus cinguli (sc)* direct fortsetzt. Dieser Sulcus cinguli verläuft dann ununterbrochen nach vorn hin, nähert sich dem Balken und biegt sich eng um das Genu corporis callosi um, in dieser Weise einen nach vorn hin stark verschmälerten Gyrus cinguli (CI) begrenzend. Nach hinten hin, wo der Sulcus cinguli den Sulcus subparietalis aufnimmt, biegt sich sein Hinterende, wie gewöhnlich, nach oben um und schneidet mit einer nach vorn hin gebogenen *Incisura sulci cinguli (ic)* in die Mantelkante ein (vergl. Taf. I, Fig. 1 *ic)*. Auf dem Gyrus cinguli sind hinten einige kleine, verzweigte sekundäre Furchen und nach vorn davon eine von oben her einschneidende Furche vorhanden.

2. Das Pallium.

Der Lobus frontalis (Taf. I, Fig. 1 und 2; Taf. II, Fig. 1 und 2; Taf. III, Fig. 1.)

A. *Die Furchen.*

Ehe ich zur Beschreibung des Frontallappens übergehe, mag die *Fissura Sylvii (fsy)* besprochen werden. Sie zeigt in ihren vorderen und mittleren Partieen den gewöhnlichen Verlauf, ist im Ganzen kurz und verzweigt sich hinten in einen nur 6 Mm. langen *Ramus posterior descendens (rpd)* und einen längeren *Ramus posterior ascendens* (von etwa 22 Mm.), welcher letztere *(rpa)* einen Ast nach hinten aussendet. Vom Abgang des Ramus anterior ascendens bis an den Abgang des Ramus posterior ascendens misst die Fissur nur 47 Mm., was dem entsprechenden Stücke am Gyldén'schen Gehirne ganz gleich und demnach weniger als das durchschnittliche Maass (51.8 Mm.) ist. Die beiden vorderen Aeste, der *Ramus anterior ascendens (ra)* und der *Ramus anterior horisontalis (rh),* welcher letztere sich in das äussere Stück des Sulcus frontomarginalis *(fma^3)* fortsetzt, umfassen hinten und vorn die ziemlich stark entwickelte, keilförmig gestaltete Broca'sche Windung, deren abgestumpfte Spitze von der Fissura Sylvii selbst begrenzt wird.

Der *Sulcus centralis (c)* ist ganz selbstständig, nimmt aber in der Nähe seines oberen Endes von vorn her ein kleines Furchenstück auf, das möglicherweise als ein vom Sulcus frontalis superior abgelöstes Stück zu betrachten ist. Nach aussen davon zeigt die Centralfurche die gewöhnliche Biegung mit der Convexität nach hinten und nach aussen von dieser Biegung, in dem mittleren Theil der Furche, eine andere Biegung mit der Concavität nach hinten. Die grösste Tiefe der Furche fällt in der Mitte ein und misst 23 Mm. Die gewöhnlichen Tiefenwindungen sind vorhanden.

Der *Sulcus præcentralis superior (prs)* stellt eine vierzipfelige Furche dar, deren vorderer-innerer Ast sich nach vorn hin fortsetzt und wahrscheinlich als ein Stück des Sulcus frontalis superior anzusehen ist.

Der *Sulcus præcentralis inferior (pri)* stellt ebenfalls eine verästelte Furche dar, deren unteres, wenig gebogenes Stück bis in die Nähe der Fissura Sylvii reicht, jedoch ohne mit ihr zusammenzuhängen; das obere Ende dieses ziemlich verticalen Stückes verzweigt sich mit einem kurzen, zweigetheilten Aste nach hinten und einem Aste nach vorn hin, welcher sich bald nach oben umbiegt und in zwei stark divergirende Endäste ausläuft; der hintere dieser Endäste biegt sich um den vorderen unteren Endast der oberen Präcentralfurche, ohne sich mit ihm zu verbinden; der zweite, nach vorn hin ziehende Ast *(h)* ist der sog. horizontale Ast (Ramus horisontalis oder Ramus superior anterior).

Der *Sulcus frontalis superior (fs)* ist hier ungewöhnlich wenig einheitlich und theilweise sogar schwer zu verfolgen. Das hintere Stück besteht wahrscheinlich aus dem oben erwähnten vorderen-medialen Ast der oberen Präcentralfurche, obwohl dieses Furchenstück *(frs^1)* mehr medial liegt als das hintere Ende der oberen Frontalfurche

sich zu finden pflegt. Nach vorn von demselben liegt ein anderes Furchenstück *(frs²)*, das wohl auch zum Sulcus frontalis superior zu rechnen ist, sich aber bald nach aussen kehrt und in den Sulcus frontalis medius einläuft. Nach vorn davon findet sich schliesslich ein sehr verästeltes Furchenstück, dessen Hauptrichtung der medialen Mantelkante im Ganzen parallel zieht.

Der *Sulcus frontalis medius (fm* der Fig. 2 der Taf. I und der Fig. 1 der Taf. II) findet sich, wie gewöhnlich, in der vorderen-oberen Stirnregion und entspringt vorn von dem Mittelstück der Frontomarginalfurche, um, nach hinten und oben verlaufend und mehrere Seitenäste abgebend, mit zwei stark divergirenden hinteren Endästen zu endigen, von denen sich der mediale, wie oben erwähnt ist, mit dem mittleren Stück der oberen Frontalfurche verbindet.

Der *Sulcus frontalis inferior (fi*, Fig. 1 der Taf. II) ist in seinem hinteren Anfang etwas schwer zu verfolgen, indem diese Partie durch eine zu Lebzeiten eingetretene Läsion der Hirnsubstanz beschädigt ist. Indessen scheint er mit der unteren Präcentralfurche nicht zusammengehangen zu haben. Dagegen biegt sich sein hinteres Ende in den *Sulcus diagonalis (d)* direct um, und da dieser in die Fissura Sylvii tief einschneidet, steht jenes Ende mit der letzteren Fissur indirect in Verbindung. Der Sulcus frontalis inferior läuft sagittal nach vorn hin und vereinigt sich mit dem *Sulcus radiatus (r)*, welcher nach unten-hinten durch das Operculum zieht und eine ziemlich stark ausgebildete Furche bildet. In dem nach hinten vom Operculum belegenen Windungstück, der sog. Pars ascendens, findet sich auch eine bogenförmig nach oben-vorn verlaufende kleine Furche (*x*).

Der *Sulcus frontomarginalis* (Taf. I, Fig. 2) besteht aus drei getrennten Stücken, einem inneren kleinen *(fma¹)*, einem mittleren, mit dem Sulcus frontalis medius zusammenhängenden *(fma²)* und einem äusseren *(fma³)*, mit dem Ramus anterior horisontalis der Fissura Sylvii verbundenen.

An der medialen Fläche des Sulcus frontalis superior des rechten Stirnlappens erkennt man, der oberen Mantelkante parallel, eine stark entwickelte sekundäre Furche, welche einheitlich ist und mehrere Seitenäste zeigt. Vorn-unten läuft diese Furche in eine nach vorn-oben aufsteigende Furche ein, die wohl als eine Verdoppelung des *Sulcus rostralis (ro)* zu betrachten ist. Nach unten von ihr findet sich nämlich noch eine solche sagittale Furche, die als Sulcus rostralis inferior *(ro¹)* bezeichnet worden ist.

An der Orbitalfläche ist der *Sulcus olfactorius* (Taf. III, Fig. 1 *o)* gut ausgebildet. Der *Sulcus orbitalis (or)* besteht aus zwei grösseren dreizipfeligen Stücken, von denen das äussere aus einem sagittalen Ast besteht, von dessen Mitte ein Querast *(tra)* nach innen-hinten läuft.

B. Die Windungen des Frontallappens der rechten Hemisphäre.

Der *Gyrus centralis anterior* (Taf. I, Fig. 1 CA; Taf. II, Fig. 1 CA) ist im Ganzen recht schmal, verbreitert sich aber im untersten Theile, welcher von unten her durch den *Sulcus subcentralis anterior (sca)* eingeschnitten ist, und zeigt nach oben hin ungewöhnlich starke Biegungen, die durch den oben erwähnten Ast der Centralfurche entstanden sind. Der *Lobulus paracentralis* (Taf. II, Fig. 2 PAR) ist von rektangulärer Gestalt und hängt hinten mit dem Gyrus centralis posterior zusammen. Von dem nach vorn hin befindlichen Gyrus frontalis superior ist der Lobulus durch einen ausgeprägten *Sulcus præcentralis medialis* getrennt. Von dem Sulcus cinguli läuft nach vorn-oben ein starker Ast (Taf. II, Fig. 2, *pm)* hinaus, welcher den Lobulus stark einschneidet, und weiter hinten findet sich noch ein mehr verticaler Ast, welcher ebenso hoch in ihm emporsteigt; diese Aeste sind als *Sulci paracentrales* zu bezeichnen; zwischen ihnen findet sich in der Mantelkante noch eine kleinere verticale Querfurche, die zu demselben System gehört, aber den Sulcus cinguli nicht erreicht.

Der *Gyrus frontalis superior* (Taf. I, Fig. 1 und 2 und Taf. II, Fig. 1 und 2 GFS) ist, wie aus der Beschreibung der oberen Frontalfurche hervorgeht, nach aussen hin schlecht begrenzt und hängt hier in seinen hinteren Partieen durch zwei Brückenwindungen mit der mittleren Frontalwindung zusammen. Die mediale Fläche der oberen Frontalwindung ist dagegen breit, indem der Gyrus cinguli compensatorisch schmal ist; wie oben erwähnt, ist die Abgrenzung der beiden Windungen überall scharf und einheitlich. Die mediale Fläche der oberen Frontalwindung trägt die beschriebene starke sekundäre Furche und die Sulci rostrales.

Der *Gyrus frontalis medius* (Taf. I, Fig. 1 und 2 und Taf. II, Fig. 1, GFM) bildet zu beiden Seiten der mittleren Frontalfurche eine starke Windungspartie, welche durch eine Wurzelwindung mit der vorderen Centralwindung und durch zwei innere Brückenwindungen mit der oberen Frontalwindung zusammenhängt. Weit vorn

verbindet sie sich auch, wie gwöhnlich der Fall ist, durch Brückenwindungen mit der oberen Frontalwindung. Die mittlere Frontalwindung, die nach aussen hin durch den Sulcus frontalis inferior begrenzt wird, ist durch zahlreiche Furchenäste der mittleren Frontalfürche und der angrenzenden Furchen vielfach eingeschnitten und zeigt sich in Folge dessen complicirt und stenogyr. In ihrer hinteren-äusseren Partie, in der Brückenwindung zur Pars basilaris der unteren Frontalwindung, findet sich der oben beschriebene kranke Heerd, der sich bei der Section erweicht und abscessartig zeigte; die Hirnsubstanz ist hier theilweise zerfallen.

Der *Gyrus frontalis inferior* (Taf. II, Fig. 1, GFI) hängt hinten-unten mittelst einer schmalen, an der Fissura Sylvii belegenen Bogenwindung mit der vorderen Centralwindung zusammen; von hier aus steigt seine *Pars basilaris* als schmaler Windungszug nach oben und verbindet sich durch die eben erwähnte erkrankte Partie mit der hinteren-äusseren Ecke der mittleren Frontalwindung; mit der nach vorn von ihr belegenen Partie der unteren Frontalwindung, der *Pars ascendens (Pa)*, ist sie nur durch eine Tiefenwindung verbunden, indem der S. diagonalis *(d)* sie abtrennt. Die Pars ascendens ist dreieckig und mit einer recht tiefen Furche versehen; nach vorn hin geht sie in die ebenfalls dreieckige Broca'sche Windung, das eigentliche *Operculum frontale (intermedium, Ofi)*, über. Diese Windungspartie ist, wie oben erwähnt, nicht gerade stark ausgebildet, reicht unten bis an die Fissura Sylvii, ist von den beiden Aesten derselben (Ramus ant. ascendens und Ramus ant. horisontalis) hinten und vorn-unten begrenzt, trägt in ihrer Mittelpartie den Sulcus radiatus und hängt durch ihren vorderen Windungsast oben-vorn mit der mittleren Frontalwindung zusammen.

Am *Orbitalfeld* (Taf. III, Fig. 1) erkennt man medialwärts den normal ausgebildeten *Gyrus rectus (R)*, den man ja seit Alters her zum Gyrus frontalis superior gerechnet hat, und lateralwärts von dem Sulcus olfactorius die zum Gyrus frontalis medius gerechnete Windungspartie mit den oben erwähnten Furchen.

Der Lobus parietalis, der Lobus occipitalis und der Lobus temporalis der rechten Hemisphäre.

(Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 1 und 2; Taf. III, Fig. 1 und 2).

A. *Die Furchen.*

Wie bei der Beschreibung der Gehirne von *Gyldén* und *Kovalevski* behandle ich die drei übrigen Lappen im Zusammenhang und bespreche zuerst die Windungen derselben.

Der *Sulcus retrocentralis* und der *Sulcus interparietalis* (Taf I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 1, *ros, roi, ip)*. Der *Sulcus retrocentralis* ist in der rechten Hemisphäre einheitlich, indem seine beiden Abtheilungen (S. retrocentr. super. und infer., *ros* und *roi)* direct zusammenhängen, die hintere Centralwindung in normaler Weise begrenzen und in sie nur einige kleine Furchenäste hineinsenden. Die einheitliche Furche hängt ferner mit dem Vorderstück des *Sulcus interparietalis* (ip^1) zusammen; dieses Stück ist aber hinten durch eine bogenförmige Querfurche unterbrochen und durch eine oberflächliche Brückenwindung von dem Hinterstück (ip^2) abgesondert; dieses Hinterstück fängt vorn mit drei grossen Querästen an, biegt sich hinten quer nach aussen und läuft in den stark ausgebildeten *Sulcus occipitalis lateralis (ol)* aus. Dieser quere Verbindungsast ist als der laterale Arm des *Sulcus transversus* (tr^1) zu betrachten, während der mediale Ast desselben (tr^2) von ihm abgesondert verläuft.

Was die übrigen Furchen des Parietallappens betrifft, so ist schon oben erwähnt, dass die *Incisura sulci cinguli (ic)* nur ziemlich schwach einschneidet; hinter ihr findet sich aber gewissermassen eine Verdoppelung von ihr, indem hier eine ihr parallele Bogenfurche (ic^1) zu sehen ist. Lateralwärts von ihnen erkennt man eine schwach S-förmige, im Ganzen sagittale Furche, welche mit einem Aste des Hinterstückes des Sulcus interparietalis vereinigt ist und offenbar dem *Sulcus parietalis superior (ps)* entspricht. Hinter dem letzteren sieht man eine quere Furche, die sich hinten in die stark entwickelte und ziemlich weit lateralwärts ziehende *Fissura parieto-occipitalis (fpo)* einsenkt.

Die mediale Fläche des Scheitellappens, der Præcuneus (PCA, PM), ist unregelmässig viereckig, von dem Sulcus subparietalis, der Incisura sulci cinguli und der Fissura parieto-occipitalis begrenzt; sie enthält eine von dem Sulcus subparietalis ausgehende, sagittal verlaufende Furche, die als der eigentliche *Sulcus præcunei (pc)* zu bezeichnen ist, und nach vorn und hinten von ihm je ein Furchenstück, die wohl als von ihm abgelöste Aeste zu betrachten sind.

An der lateralen Fläche des Scheitellappens findet sich der *Sulcus intermedius* (Taf. II, Fig. 1, *i*), und hinter ihm laufen die Hinterstücke der Schläfenfurchen aus, die jedoch in ihrem Verlauf schwer zu verfolgen sind.

Der *Sulcus temporalis superior* (Taf. II, Fig. 1, *ts*) läuft einheitlich und unverzweigt von der Nähe des Temporalpoles, der Fissura Sylvii parallel, und dann weiter nach hinten in beinahe horizontaler Richtung, bis in die Nähe des lateralen hinteren herabsteigenden Querastes des Sulcus interparietalis (*tr*, Sulcus transversus). Indessen soll hier betont werden, dass das hinterste Stück der oberen Schläfenfurche nicht eigentlich dem Verlaufe des normal vorhandenen Ramus ascendens s. tempor. super., sondern vielmehr dem Ramus ascend. der mittleren Schläfenfurche entspricht; wahrscheinlich ist deshalb eine vor diesem Stück (*atm*) befindliche kleine verästelte Furche (*ats*) als das abgetrennte Hinterstück der oberen Schläfenfurche anzusehen.

Was den *Sulcus temporalis medius* (Taf. II, Fig. 1 *tm*) betrifft, so besteht er, wie gewöhnlich, aus mehreren verschiedenen Stücken; vorn findet sich ein grösseres, ziemlich horizontal (sagittal), der oberen Schläfenfurche parallel verlaufendes Stück (tm^1), das sich hinten in zwei divergirende Aeste theilt; nach hinten von diesen beiden Aesten, welche zusammen eine schiefe Querfurche bilden, finden sich, ihnen parallel, zwei ebensolche schiefe Querfurchen; und als hinteres Endstück ist nun das oben erwähnte, mit dem Hinterende der oberen Schläfenfurche zusammenhängende Furchenstück (*atm*) aufzufassen, welches in dieser Weise von der mittleren auf die obere Schläfenfurche übergegangen ist.

Nach vorn von den Vorderenden der oberen und der mittleren Schläfenfurche findet sich ein querer, beinahe sagittal verlaufender *Sulcus temporalis transversus* (Taf. III, Fig. 1, *tt*).

Der *Sulcus temporalis inferior* (Taf. II, Fig. 1 und 2 *ti*; Taf. III, Fig. 1 *ti*) stellt eine etwas medialwärts von der unteren Mantelkante verlaufende, in seltener Weise einheitliche Furche dar, welche hinten die Mantelkante tief einschneidet und auf die laterale Palliumfläche etwas emporsteigt, um unter dem Vorderende des Sulcus occipitalis lateralis (*ol*) gespalten zu endigen.

Die Fissura collateralis (Taf. II, Fig. 2 *co*; Taf. III, Fig. 1 *co*) ist schon oben gelegentlich besprochen worden. Sie stellt eine vorn in den Temporallappen etwas einschneidende, einheitliche, tiefe Spalte dar, die etwas nach vorn von dem Occipitalpole endigt, indem sie sich in zwei stark divergirende Aeste verzweigt, von denen der laterale der längere ist und unter der Mantelkante, ihr parallel, verläuft.

Was die Furchen des Occipitallappens betrifft, so sind einige von ihnen schon berührt worden. Dies ist v. A. der Fall hinsichtlich des *Sulcus occip. transversus* (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 1; Taf. III, Fig. 2, tr^1 und tr^2); aber auch der *Sulcus occip. lateralis* (*ol*) ist als eine stark entwickelte, sagittal (horizontal) verlaufende, der unteren Mantelkante parallele Furche beschrieben, die vorn verästelt, hinten an dem Occipitalpole unverästelt endigt. Dicht nach oben von diesem Sulcus finden sich noch zwei ihm parallel ziehende, kleinere, sagittale Furchen, von denen die obere als queres Endstück einer längeren, transversal verlaufenden Furche (*scs*) erscheint, die vorn-innen in die *Fissura parieto-occipitalis* einmündet. Diese letztere Spalte (*fpo*) schneidet nur wenig in die obere Mantelkante ein; von ihr geht aber nach vorn-innen ein mit ihr ziemlich oberflächlich zusammenhängender Furchenast aus, welcher auf der lateralen Palliumfläche eine Strecke weit transversal verläuft (x^2); dieser letztere Furchenast kann aber auch als zur Fissura parieto-occipitalis gehörig aufgefasst werden, indem die sonst gewöhnlich tiefe Brückenwindung zwischen dem Parietal- und dem Occipitallappen oberflächlich geworden ist und die beiden Fissurstücke hierdurch getrennt worden sind.

Die *Fissura calcarina* (Taf. II, Fig. 2 *fc*) zieht in normaler Weise von dem schon oben besprochenen, vorn tief einschneidenden *Truncus fissuræ calcarinæ* nach hinten und endet dicht vor dem Occipitalpole mit einer Querfurche.

B. **Die Windungen der Lobi parietalis, occipitalis und temporalis.**

Der *Gyrus centralis posterior* (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 1 CP) zeigt, als von der Centralfurche begrenzt, an seinem Vorderrande die Biegungen derselben. Er ist in seinem Verlaufe im Ganzen von etwa gleicher Breite, verbreitert sich aber am äusseren Ende, wo er, von der Fissura Sylvii begrenzt, sich nach vorn hin in den Gyrus centralis anterior und nach hinten hin in den Gyrus supramarginalis umbiegt; das mediale Ende der hinteren Centralwindung geht, wie gewöhnlich, in den Lobulus paracentralis über; sie ist von den umgebenden Furchen nicht unterbrochen, sondern zeigt nur einige ganz unbedeutende Querfurchen. Hinten ist sie, wie oben erwähnt, von der einheitlichen Retrocentralfurche begrenzt.

Am *Lobulus parietalis superior* erkennt man vorn, nahe der inneren Mantelkante, den *Gyrus arcuatus anterior* (Taf. I, Fig. 1 AA), welcher die Incisura sulci cinguli umfasst und lateralwärts von dem Sulcus parietalis superior *(ps)* begrenzt wird, sofern man nicht die vordere Bogenwindung noch kleiner auffassen und als hinten von der kleinen accessorischen Furche *ic*[1] begrenzt ansehen will; in dem letzteren Falle erstreckt sich die mittlere Bogenwindung, der *Gyrus arcuatus medius* (AM), mit dem in ihr belegenen Sulcus parietalis superior, noch weiter nach innen-vorn hin; sie ist jedenfalls recht complicirt, indem sie ein paar stark einschneidende Furchenäste des Sulcus interparietalis enthält. Der *Gyrus arcuatus posterior* (AP) stellt auch hier eine aussen und hinten gut abgegrenzte Bogenwindung dar, die aber durch die Verzweigung der Fissura parieto-occipitalis gelappt ist; ihre Grenze nach vorn hin, gegen die unbestimmt begrenzte mittlere Bogenwindung, ist dagegen undeutlich und verschwommen.

Der *Præcuneus* (Taf. II, Fig. 2) zeigt in Folge der Anordnung der Furchen etwa drei Windungen (PCA, PM und PP), eine vordere, eine mittlere und eine hintere, welche letztgenannte (PP) mit dem Gyrus cinguli zusammenhängt.

Am *Lobulus parietalis inferior* sind die drei Bogenwindungen (SM, ANG und PIP) zu unterscheiden, obwohl die vordere und die hintere ungleich viel besser abgegrenzt sind als die mittlere.

Der *Gyrus supramarginalis* (Taf. II, Fig. 1 SM) stellt eine schöne, starke Bogenwindung dar, welche den Ramus posterior ascendens der Fissura Sylvii umfasst und hinten mit der mittleren Bogenwindung zusammenhängt.

Der *Gyrus angularis* (ANG), der von dem vorderen Gyrus durch den Sulcus intermedius abgetrennt ist, erscheint ziemlich complicirt und undeutlich gestaltet, indem der Ramus ascendens des Sulcus temporalis superior *(ats)* abgelöst ist. An seinem hinteren-inneren Umfang hängt er mit der mittleren Bogenwindung des Lobulus parietalis superior zusammen.

Der *Gyrus parietalis inferior posterior* (PIP) stellt eine sehr schön begrenzte Bogenwindung dar, welche von dem Sulcus interparietalis, und den Aesten desselben, sowie von dem Sulcus occipitalis lateralis *(ol)* umgeben ist und den Ramus ascendens des Sulcus temporalis medius in sich enthält.

Am *Occipitallappen* kann man, nach hinten von dem Sulcus transversus, zwischen dem starken unteren Sulcus occipitalis lateralis und den beiden über ihm befindlichen Furchen zwei *Gyri occipitales laterales* unterscheiden, nämlich einen etwas stärkeren unteren (OL^1) und einen etwas schmäleren oberen (OL^2).

Der *Cuneus* (Taf. II, Fig. 2 CU) ist, wie gewöhnlich, von dreieckiger Gestalt und enthält in sich zwei sagittal verlaufende Furchen, eine stärkere obere, den *Sulcus cunei superior* (*scs*), der in die Fissura parieto-occipitalis einmündet, und eine kleinere, den *Sulcus cunei inferior* (*sci*).

In der Fissura calcarina sind die tiefen Brückenwindungen vorhanden; in der Fissura parieto-occipitalis aber, wie oben erwähnt, ein starker *Gyrus cuneo-præcuneus* (CUP) in seinem oberen Theil oberflächlich.

Der *Gyrus lingualis* (Taf. II, Fig. 2 L) ist, wie schon oben beschrieben wurde, von dem Gyrus hippocampi gewissermassen abgetrennt, indem die beiden Brückenwindungen ziemlich tief der Quere nach eingeschnitten sind. Der Länge nach ist er durch einen *Sulcus lingualis sagittalis medialis (ls)* in zwei *Gyri linguales sagittales* getheilt.

Der *Gyrus fusiformis* (F) ist, wie oben beschrieben wurde, medialwärts und lateralwärts durch die beiden einheitlichen Furchen, die Fissura collateralis und den Sulcus temporalis inferior, gut abgegrenzt; vorn hängt er mit dem Gyrus hippocampi, resp. dem Gyrus temporalis polaris, und mit dem Gyrus temporalis inferior zusammen; hinten läuft er, verbreitert, um die Mantelkante auf die Dorsalfläche über und wird hier von dem Sulcus occipitalis lateralis begrenzt.

Der *Gyrus temporalis inferior* (GTI), welcher medialwärts von dem Sulcus temporalis inferior gut begrenzt ist, hängt lateralwärts hinten mit dem *Gyrus temporalis medius* (GTM) so innig zusammen, dass zwischen ihnen keine Grenze zu ziehen ist; vorn ist er aber von ihm gut abgetrennt.

Der *Gyrus temporalis superior* (GTS) ist oben und unten gut begrenzt; hinten geht er in den Gyrus supramarginalis und den Gyrus angularis ohne scharfe Grenze über. Vorn verbindet er sich mit dem Gyrus temporalis medius und mit dem *Gyrus temporalis polaris.* In dem Sulcus temporalis superior sind alle Brückenwindungen tief.

Die *Insula Reili* der rechten Hemisphäre ist im Ganzen einfach gebaut, indem hinter dem durch einen ausgeprägten *Sulcus centralis* vom vorderen gut abgetrennten hinteren Läppchen ein einheitlicher, gut entwickelter *Sulcus retrocentralis* (S. longitudinalis, MARCHAND) vorhanden ist, welcher hinten in einer Bogenwindung und vorn am Limen endigt. Am vorderen Läppchen findet sich kein Sulcus præcentralis, sondern statt dessen nur eine *Fovea,* und nach vorn von ihr ein einziger *Sulcus rectus.*

Die linke Hemisphäre.

1. Das Rhinencephalon.

(Taf. II, Fig. 4; Taf. III, Fig. 1).

Am *Bulbus* und am *Tractus olfactorius,* am *Trigonum olfactorium,* an der *Substantia perforata anterior* und an den *Gyri olfactorii medialis* und *lateralis* ist nichts Bemerkenswerthes zu sehen. Dasselbe gilt vom *Tuberculum olfactorium* und dem Broca'schen *diagonalen Bande.*

Der *Gyrus hippocampi* (GH) ist vorn-aussen durch eine vorn stärkere, hinten seichtere *Fissura rhinica* vom Vorderende des Schläfenlappens abgegrenzt; nach hinten von dieser Vorderpartie trennt die einheitliche, tiefe *Fissura collateralis (co)* den Gyrus hippocampi vom *Gyrus fusiformis,* indem die Brückenwindungen stark in die Tiefe der Spalte hinabgezogen sind. In dieser Hemisphäre hängt aber der Gyrus lingualis (L) mittelst einer starken hinteren Brückenwindung, den *Gyrus rhinencephalo-lingualis posterior* (HL^2) direct mit dem Gyrus hippocampi zusammen, während die vordere Brückenwindung in die Tiefe gezogen ist.

Der *Truncus fissuræ calcarinæ (tfc)* schneidet nicht so tief ein, wie in der rechten Hemisphäre, sondern lässt einen schmalen *Isthmus* frei an der Oberfläche. Dreieckig verbreitert geht derselbe in den *Gyrus cinguli* (CI) über; dieser ist oben-hinten durch einen schmalen *Gyrus præcunei posterior* mit dem Præcuneus verbunden, nach vorn davon aber durch eine einheitliche Furche von den oberen Windungen getrennt.

Der Sulcus subparietalis *(sp)* stellt nämlich, wie in der rechten Hemisphäre, mit dem *Sulcus cinguli (sc)* eine ganz zusammenhängende Furche dar, die oben zwar drei Zacken zeigt, aber sonst ganz regelmässig und einheitlich bis unter dem Genu corporis callosi verläuft; der Gyrus cinguli ist im hinteren Umfang breiter, verschmälert sich aber in seiner vorderen Partie allmählig mehr und mehr. Nur ein paar schwache Sekundärfurchen sind an diesem Gyrus vorhanden.

Der *Gyrus lunaris,* der *Gyrus ambiens* und der *Sulcus semiannularis* zeigen nichts Bemerkenswerthes.

2. Das Pallium.

Der Lobus frontalis.

(Taf. I, Fig. 1 und 2; Taf. II, Fig. 3 und 4; Taf. III, Fig. 1.)

A. Die Furchen.

Die *Fissura Sylvii* (Taf. II, Fig. 3 *fsy*) zeigt an ihrer vorderen Knickung eine verbreiterte Grube und dicht vor derselben die beiden vorderen Aeste, den *Ramus anterior horisontalis (rh)* und den *Ramus anterior ascendens (ra),* welche ein dreieckig-ovales *Operculum frontale intermedium* umfassen. Nach hinten davon sieht man den *Sulcus præcentralis inferior (pri)* in die Fissur einmünden; hinter ihm schneidet ein kleiner Sulcus subcentralis anterior *(sca)* in die Mantelkante ein. Weiter hinten steigt von der Fissur ein oben dichotomisch verzweigter *Sulcus subcentralis posterior (scp)* empor. Das hintere Ende der Fissur zeigt die gewöhnlichen beiden hinteren Aeste, den *Ramus posterior ascendens (rpa)* uud den *Ramus posterior descendens (rpd),* von denen sich der erstere oben dichotomisch verästelt, der andere unverästelt nach hinten zieht.

Die Länge der Fissura Sylvii vom Abgange des Ramus ant. asc. bis zum Abgange der hinteren Aeste ist 58 Mm.

Der *Sulcus centralis (c)* zeigt oben, mitten und unten je eine Vorwärtsbiegung und zwischen ihnen zwei Biegungen nach hinten hin. Die beiden Retrocentralfurchen hängen mit ihm mittelst je einem ziemlich tiefen Ast zusammen. Das mediale Ende der Centralfurche schneidet ziemlich tief in die obere Mantelkante ein; das laterale Ende biegt sich etwas nach hinten und erreicht nicht die untere Mantelkante.

Der *Sulcus præcentralis superior (prs)* stellt eine bogenförmige Furche dar, von deren Bogen der *Sulcus frontalis superior (fs, frs)* entspringt.

Der *Sulcus præcentralis inferior (pri)* hängt nicht mit der oberen Präcentralfurche zusammen, obwohl nur eine schmale, niedrige Windung ihn von ihr trennt. Er entsendet nach vorn einen gut ausgeprägten *Ramus horisontalis (h)* und steigt dann gerade nach unten, um in die Fissura Sylvii einzumünden. Nach vorn von dem unteren Theil der unteren Præcentralfurche findet sich eine ihr parallel verlaufende Furche *(d)*, welche wohl als der *Sulcus diagonalis* aufzufassen ist, obwohl sie mit der Fissura Sylvii nicht zusammenhängt. Von dieser Furche entspringt der *Sulcus frontalis inferior (fi)*, der nach vorn-oben zieht und sich mit dem lateralen Endast des *Sulcus frontalis medius (fm)* vereinigt. Von dem *Sulcus radiatus (r)*, der durch das Operculum intermedium weit nach oben-vorn verläuft, ist die untere Frontalfurche durch eine schmale Windung getrennt.

Nach vorn von dem Sulcus radiatus findet sich das H-förmig verästelte äussere Stück *(fma³)* des *Sulcus fronto-marginalis.*

Der *Sulcus frontalis superior (fs, frs)* geht, wie oben erwähnt wurde, von dem Sulcus præcentralis superior aus und zieht als einheitliche Furche nach vorn und etwas nach innen hin, indem er sich immer mehr der inneren Mantelkante nähert; an seinem vorderen Ende sind ein paar abgetrennte kleine Furchenstücke als die Fortsetzung desselben vorhanden.

Der *Sulcus frontalis medius (fm)* steigt von dem mittleren Stück der Frontomarginalfurche *(fma²)* nach hinten hin, und endigt hinten mit zwei Endzweigen, von denen der laterale in den Sulcus frontalis inferior übergeht. Mit dem Sulcus frontalis superior verbindet er sich aber nicht. Nach unten-innen von dem Mittelstück der Frontomarginalfurche findet sich ihr inneres Stück *(fma¹)* als eine schief nach innen-unten verlaufende Furche.

Am *Orbitalfeld* sieht man den gut entwickelten *Sulcus olfactorius (o)* und nach aussen davon zwei kleine und seichte dreizipfelige Furchen sowie eine stark ausgebildete, ebenfalls dreizipfelige Furche *(or)*, welche mit ihren beiden hinteren Aesten den *Sulcus transversus* bildet.

Der *Sulcus cinguli* ist schon oben besprochen; sein Hinterende steigt bogenförmig empor und bildet in der oberen Mantelkante eine scharf ausgeprägte *Incisura sulci cinguli (ic)*. Vor dem Lobulus paracentralis entspringt von ihm eine seichte Furche, welche höher oben in eine tiefere schiefe Furche einläuft; beide Furchen stellen zusammen den *Sulcus præcentralis medialis* dar. Auf der medialen Fläche der oberen Frontalfurche finden sich ein paar der Mantelkante ziemlich parallel verlaufende sekundäre Furchen, und weiter vorn-unten zwei *Sulci rostrales*, ein oberer und ein unterer *(ro, ro¹)*.

B. Die Windungen des Frontallappens der linken Hemisphäre.

Der *Gyrus centralis anterior* (Taf. I, Fig. 1 CA; Taf. II, Fig. 3 CA) zeigt eine ziemlich normale Beschaffenheit, ist in seinen mittleren und unteren Partien etwas breiter als in der oberen, bietet in der mittleren, wo er mit der mittleren Frontalwindung durch eine Brückenwindung zusammenhängt, zu beiden Seiten dieser Brückenwindung ziemlich tief einschneidende Querfurchen. Seine Oberfläche zeigt übrigens nur einige sehr seichte sekundäre Furchen. Unten-vorn ist er, wie oben erwähnt, durch die mit der Fissura Sylvii verbundene untere Präcentralfurche von der unteren Frontalwindung vollständig getrennt. Unten-hinten hängt er normaler Weise mit der hinteren Centralwindung zusammen.

Medialwärts breitet sich die obere Centralwindung zu einem etwa oval gestalteten *Lobulus paracentralis* (Taf. II, Fig. 4 PAR) aus, welcher hinten von der Incisura sulci cinguli, unten von dem Sulcus cinguli, vorn von dem oben beschriebenen Sulcus præcentralis medialis begrenzt wird. In seiner Mitte enthält der Lobulus eine dreizipfelige sekundäre Furche. Hinten-oben hängt er durch eine Brückenwindung mit der hinteren Centralwindung zusammen.

Der *Gyrus frontalis superior* (Taf I, Fig. 1 und 2; sowie Taf. II, Fig. 3 und 4 GFS) zeigt eine normale Form und Anordnung. Lateralwärts ist er durch die einheitliche obere Frontalfurche von der mittleren Frontalwindung getrennt und bildet hier eine in der Mitte breite, vorn sehr verschmälerte Windung. Hinten sondert ihn die obere Präcentralfurche von der vorderen Centralwindung ab, aber weiter innen hängt er mit dieser und dem Lobulus paracentralis zusammen. An der medialen Fläche stellt der Gyrus frontalis superior eine im Ganzen breite Windungspartie dar, welche nach vorn hin, indem sich der Gyrus cinguli immer mehr verschmälert, noch breiter wird und die oben erwähnten Sekundärwindungen zeigt. Unten erkennt man neben den Sulci rostrales ein paar schmale sagittale Windungen und an der unteren Mantelkante den *Gyrus rectus*.

Der *Gyrus frontalis medius* (Taf. I, Fig. 1 und 2; sowie Taf. II, Fig. 3 GFM) stellt eine mächtige Windung dar, welche mit einer schmalen Brückenwindung in der vorderen Centralwindung wurzelt, oben durch den Sulcus frontalis superior, unten durch den Sulcus frontalis inferior, den Sulcus radiatus und den Sulcus fronto-marginalis begrenzt wird, und in seiner Mitte vorn den Sulcus frontalis medius enthält.

Der *Gyrus frontalis inferior* (GFI) besteht aus einer vor der unteren Präcentralfurche vertical emporsteigenden *Pars basilaris (Pb)*, einer vor dieser belegenen dreieckigen *Pars ascendens (Pa)* und dem schon oben beschriebenen dreieckig-ovalen *Operculum frontale intermedium (Ofi)* mit dem in dem letzteren verlaufenden Sulcus radiatus.

Am *Orbitalfeld* erkennt man, ausser dem *Gyrus rectus* (Taf. III, Fig. 1 R) drei Windungen, die durch die starke dreizipfelige Orbitalfurche *(or)* von einander abgetrennt sind, nämlich eine breite mediale, eine dreieckige laterale und eine dreieckige hintere (transversale).

Der Lobus parietalis, der Lobus occipitalis und der Lobus temporalis der linken Hemisphäre.

(Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 3 und 4; Taf. III, Fig. 1 und 2).

A. Die Furchen.

Der *Sulcus retrocentralis* (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 3 und Taf. III, Fig. 2, *ros* und *roi*) besteht in dieser Hemisphäre aus zwei getrennten Stücken, nämlich aus einem medialen, dem *Sulcus retrocentralis superior (ros)*, welcher schief von hinten-innen nach vorn-aussen verläuft, und einem lateralen, dem Sulcus *retrocentralis inferior (roi)*, welcher ungefähr dieselbe Richtung hat und hinten in den *Sulcus interparietalis (ip)* direct übergeht. Dieser letztere Sulcus zieht dann ohne Unterbrechung ausserordentlich weit nach hinten, ja sogar bis zur Nähe des Occipitalpoles hin. Es ist auch schwer zu entscheiden, welche von den hinteren Querfurchen als der *Sulcus occip. transversus* zu bezeichnen ist; wenn man aber von der Auffassung ausgeht, dass die Querfurche, welche zunächst hinter der Fissura parieto-occipitalis liegt, der Sulcus transversus ist, so kommt man zu dem Schlusse, dass die in der Fig. 1 der Taf. I und der Fig. 2 der Taf. III mit tr^2 bezeichnete, mit dem Sulcus interparietalis nicht zusammenhängende Furche den abgelösten medialen Arm der fraglichen Furche darstellt; im Zusammenhang hiermit ist es auch deutlich, dass der mit tr^1 bezeichnete Ast der Interparietalfurche den lateralen Theil des Sulcus transversus bildet. Offenbar ist auch die Furche, in welcher der hinterste Theil der Interparietalfurche endigt, der *Sulcus occip. lateralis (ol)*.

Was die übrigen Furchen des Scheitellappens betrifft, so erkennt man am Lobulus parietalis superior eine dreizipfelige Furche, gegen deren Mittelpunkt ein sagittaler Ast der Interparietalfurche zieht, jedoch ohne mit ihr tief zusammenzuhängen, und die wohl als der *Sulcus parietalis superior* aufzufassen ist. Am Præcuneus findet man auch eine dreizipfelige Furche (Taf. II, Fig. 4 *pc*), welche den *Sulcus præcunei* bildet. Ausserdem dringt in den Præcuneus schief von hinten-unten her ein Ast der Fissura parieto-occipitalis ein, was davon herrührt, dass im oberen Umfang dieser Fissur sich eine sonst tiefe Brückenwindung, der *Gyrus cuneo-præcuneus superior*, stark gegen die Oberfläche hin genähert und die Fissur dadurch gewissermassen unterbrochen hat; die Fissur setzt sich zwar, obwohl viel seichter, noch eine Strecke weiter lateralwärts fort. Unten mündet sie, wie gewöhnlich, mit der *Fissura calcarina (fc)* zusammen, die in üblicher Weise, nur mit tiefen Brückenwindungen versehen, bis zur Nähe des Occipitalpoles verläuft und dort, stark dichotomisch verzweigt, endet; der Truncus fiss. calcarinæ ist schon oben besprochen worden.

Die *Fissura collateralis (co)* ist auch oben theilweise behandelt worden. Sie schneidet mit ihrem Vorderende nach vorn-aussen hin in den Gyrus temporalis polaris ein und verläuft, ununterbrochen, in sagittaler Richtung zwischen dem Gyrus hippocampi und dem Gyrus fusiformis nach hinten, um in der hinteren Hälfte ihres Verlaufes zwischen dem letzteren Gyrus und dem Gyrus lingualis bis zur Nähe des Occipitalpoles zu ziehen und dort, dichotomisch verästelt, zu endigen; da, wo die Fissur den Gyrus hippocampi verlässt, nimmt sie den im Gyrus lingualis weit nach hinten verlaufenden *Sulcus lingualis sagittalis (ls)* auf.

Nach aussen von dem Gyrus fusiformis erkennt man, nach innen von der Mantelkante, den *Sulcus temporalis inferior (ti)*, welcher hier aus drei getrennten Stücken *(ti^1, ti^2, ti^3)* besteht; das mittlere Stück *(ti^2)* sendet einen Ast in den Gyrus fusiformis hinein, welcher Ast sich mit dem in diesem Gyrus sagittal verlaufenden *Sulcus sagittalis* verbindet.

Der *Sulcus temporalis medius* (Taf. II, Fig 3 *tm*) besteht, wie gewöhnlich, aus mehreren getrennten Stücken, nämlich aus einem ziemlich sagittal verlaufenden *(tm¹)*, das hinten dichotomisch endigt, und drei schief von oben-vorn nach unten-hinten ziehenden *(tm², tm³, tm⁴)*, wozu schliesslich der *Ramus ascendens sulci temporalis medii (atm)* kommt, der in den Lobulus parietalis inferior posterior bis zu dem Sulcus interparietalis zieht. Vor dem vordersten Stück *(tm¹)* findet sich noch eine dreizipfelige Querfurche.

Der *Sulcus temporalis superior (ts)* zeigt gleich vor seinem Vorderende eine quere Furche, einen *Sulcus temporalis transversus*, zieht der Fissura Sylvii parallel, vereinigt sich hinten mit dem Stück *tm⁴* der mittleren Schläfenfurche und biegt sich dann, spitzwinklig gekrümmt, nach oben, um als der *Ramus ascendens sulci temporalis superioris (ats)* in den Gyrus angularis hoch nach oben hin zu ziehen. Zwischen diesem Ramus und dem Ramus ascendens fissuræ Sylvii findet sich eine quere Verbindungsfurche *(i)*, die vielleicht eine Variation des Sulcus intermedius darstellt.

B. Die Windungen der Lobi parietalis, occipitalis und temporalis.

Der *Gyrus centralis posterior* (Taf. I, Fig. 1 und Taf. II, Fig. 3, CP) hängt hinten in seiner Mitte durch eine Brückenwindung mit dem Lobulus parietalis superior zusammen und zeigt dort eine Verbreiterung; an seinem medialen Ende geht er sehr verschmälert in den Lobulus paracentralis über und verbindet sich hinten mit der vorderen Bogenwindung des oberen Parietalläppchens; am unteren (lateralen) Ende zeigt er, verbreitert, den oben erwähnten Einschnitt der unteren Präcentralfurche und am unteren-hinteren Rande den einschneidenden Sulcus subcentralis posterior *(scp)*.

Der *Lobulus parietalis superior* hat die drei Bogenwindungen in einer ziemlich gewöhnlichen Gestalt, nämlich um die Incisura sulci cinguli den *Gyrus arcuatus anterior* (AA) als eine recht kleine Windung, um den Sulcus parietalis superior den *Gyrus arcuatus medius* (AM) und um die Fissura parieto-occipitalis den *Gyrus arcuatus posterior* (AP).

Der etwa rectanguläre Præcuneus zeigt vor und hinter dem Sulcus præcunei je eine Windung *(Gyrus præcunei anterior* und *G. præc. posterior)*; die hintere Windung hängt unten mit dem Gyrus cinguli zusammen; die durch die Fissura parieto-occipitalis ziehende, oberflächlich verlaufende Brückenwindung ist schon oben beschrieben worden.

Am *Lobulus parietalis inferior* sieht man die verhältnissmässig nicht stark entwickelten beiden vorderen Bogenwindungen, den um den Ramus posterior ascendens fissuræ Sylvii ziehenden *Gyrus supramarginalis* (SM) und den um den Ramus ascendens sulci temp. sup. gebogenen *Ramus angularis* (ANG), sowie den um den Ramus ascendens sulci temp. med. fächerförmig ausgebreiteten *Gyrus parietalis posterior inferior* (PIP), welcher auch hinten gut abgegrenzt ist, indem der Sulcus occip. transversus *(tr¹)* ihn von dem *Gyrus occipitalis lateralis* (OL), der aus zwei Stücken besteht, scharf abgrenzt.

Am *Cuneus* (CU) finden sich zwei ziemlich kleine sagittale Furchen.

Der *Gyrus lingualis* (L) ist schon oben besprochen worden; durch seinen sagittal verlaufenden Sulcus sagittalis ist er in zwei sagittal angeordnete Windungen getheilt, von denen die obere vorn mit dem Gyrus cinguli (HL²), hinten mit der unteren Occipitalwindung zusammenhängt.

Der *Gyrus fusiformis* (F) hängt vorn mit der unteren Schläfenwindung zusammen, hinten biegt er sich über die Mantelkante verbreitert empor; er enthält den oben erwähnten sagittalen Sulcus.

Der *Gyrus temporalis inferior* (GTI) ist nur in seiner vorderen Hälfte von der mittleren Schläfenwindung gut abgegrenzt, in der hinteren mit ihr dagegen verwischt.

Der *Gyrus temporalis medius* (GTM) ist von der oberen Schläfenwindung gut abgegrenzt.

Der *Gyrus temporalis superior* (GTS) ist oben und unten gut abgegrenzt und zeigt in dem Sulcus temp. superior keine oberflächlich belegenen Brückenwindungen. Nach vorn von seinem Vorderende findet sich aber eine starke Querwindung, die seine obere Randpartie mit der mittleren Schläfenwindung verbindet und gewissermassen eine Verdoppelung des Gyrus temp. polaris bildet.

Die *Insula Reili* der linken Hemisphäre ist in Betreff der Anordnung der Furchen und Windungen derjenigen der rechten ähnlich; der *Sulcus centralis* ist gut ausgesprochen; ebenso der *Sulcus retrocentralis*, der einheitlich ist und bis zum Limenfeld reicht. Am Lobulus anterior sind zwei kurze Furchen vorhanden.

Das hier oben beschriebene Gehirn zeigt im Ganzen eine normal und gut entwickelte Anordnung der Windungen. Es ist, wie man zu sagen pflegt, recht windungsreich und im Zusammenhang damit stenogyrencephal, d. h. im Allgemeinen mit recht schmalen Windungen versehen; dies ist besonders bei der Stirn- und der Scheitelregion der Fall. Abnorme Verhältnisse oder seltene Variationen in der Anordnung der Windungen sind nicht vorhanden. Wie gewöhnlich, ist die specielle Anordnung derselben in den beiden Hemisphären ziemlich verschieden. Dieses ist z. B. der Fall hinsichtlich des Sulcus und Gyrus frontalis superior, des Sulcus interparietalis und der Sulci retrocentrales. Eine derartige Ungleichheit ist aber, wie bekannt, als ein normales Verhältniss aufzufassen.

Bei der hohen geistigen Begabung Siljeström's ist es von Interesse zu erfahren, dass die eben besprochenen Eigenschaften seines Gehirns vorhanden sind, indem dasselbe eine schöne normale Beschaffenheit in der äusseren Gestalt und Anordnung der Windungen darbietet, zugleich aber ein deutlich ausgesprochener Windungsreichthum, eine sog. Complicirtheit, und zwar v. A. in den sog. Associationscentra Flechsig's, sich vorfindet.

Da Siljeström mathematische Begabung hatte, ist es auch von Interesse zu untersuchen, ob vielleicht den von mir in den Gehirnen von Hugo Gyldén und Sonja Kovalevski vorgefundenen ähnliche Verhältnisse vorhanden sind. Ein echtes Operculum parietale, ein wahres »Ueberhängen» des hinteren Armes des Gyrus supramarginalis über die hinteren Aeste der rechten Sylvischen Fissur scheint zwar am Gehirn von Siljeström sich nicht zu finden. Dieser Arm ist aber offenbar nach vorn hin gedrückt, und wenn man näher untersucht, findet man, dass in der That auch hier eine Art »Ueberhängen», eine Art Operculum, vorhanden ist. Beim Abbiegen der beiden den Ramus posterior ascendens fiss. Sylv. begrenzenden Windungen erkennt man, dass die Spalte von aussen-vorn nach innen-hinten gerichtet ist; die Spalte geht demnach schief nach hinten und der hintere Arm des Gyrus supramarginalis ist über sie nach vorne hin überhängend. Hierbei ist aber auch zu bemerken, dass dieser Windungsarm durch drei quere Furchen in vier quere Windungen getheilt und also ungewöhnlich complicirt ist.

Im Zusammenhang mit dieser Anordnung steht auch der wichtige Umstand, dass die Fissura Sylvii der rechten Hemisphäre sehr kurz ist; der Abstand vom Abgange des Ramus anterior ascendens bis zum Abgange der hinteren beiden Endäste, also bis zur hinteren Verzweigung der Fissur, ist hier nur 47 Mm., während dieselbe Distanz in der linken Hemisphäre nicht weniger als 58 Mm. beträgt. In dem Gehirn von Gyldén beträgt diese Distanz in der rechten Hemisphäre ebenfalls 47 Mm.; hierbei ist aber zu bemerken, dass am Gehirn von Siljeström durch die Weingeisthärtung eine Schrumpfung der Hirnsubstanz stattgefunden hat, so dass die Distanz im Leben wohl ein oder ein paar Mm. mehr betragen hat.

Jedenfalls ist aber das hier erwähnte Verhältniss nicht ohne Interesse. Eine Verkürzung der Fissura Sylvii bei höherer geistiger Begabung, und zwar in Folge der stärkeren Entwicklung der hinter ihrem Hinterende belegenen Hirnpartie, ist ja schon von den Hirnanatomen mehrmals besprochen und in Frage gesetzt worden. In dem Gehirn von Sonja Kovalevski war die betreffende Distanz in der rechten Hemisphäre nur 44 Mm.; hier lag aber auch Weingeistschrumpfung vor; die gewöhnliche (normale) Distanz derselben ist nach Eberstaller 51,8 Mm.

Eine andere Windungsgegend, die in diesem Gehirne von besonderem Interesse sein dürfte, ist der *Gyrus frontalis inferior* und ganz besonders das Broca'sche Windungsstück.

Rektor Siljeström war ja ein scharfsinniger, in seltener Weise logischer Redner; seine Stimme war zwar nicht stark, aber in kleineren, akustisch gut eingerichteten Lokalen konnte er glänzend reden und mit schlagenden Worten seine Ansichten vertheidigen. Man könnte deshalb erwarten, dass die Broca'sche Windung bei ihm stark ausgebildet sei. Dies scheint aber eigentlich nicht der Fall zu sein. Das Operculum frontale intermedium der linken Hemisphäre ist eigentlich nicht besonders stark ausgebildet; eher sind die Pars ascendens und die Pars basilaris compensatorisch stärker. In der rechten Hemisphäre sind die Verhältnisse etwas anders beschaffen, indem hier das Operculum verhältmässig stärker als die anderen beiden Stücke ist.

2.

Zur Morphologie der Insula Reili.

Taf. IV—VI.

Die früher, offenbar in Folge ihrer versenkten Lage, verhältnissmässig wenig berücksichtigte Insula Reili des Menschenhirns ist in späterer Zeit ein Gegenstand eingehender Untersuchung geworden. Durch Guldberg, Eberstaller, Schnopfhagen, mich u. A. wurde also die Morphologie, speciell die der Furchen und Windungen, der Insula des erwachsenen Menschenhirns genauer ermittelt. Durch Mihalkovics, v. Kölliker, His, Cunningham und mich ist ihre foetale Entwicklung näher eruirt worden. Durch Krueg, Turner, Clark, Ziehen, Marchand und Holl ist ihr Verhalten bei den Carnivoren, Ungulaten und Affen vielfach zum Gegenstand der Forschung gemacht und ihre Phylogenese besprochen worden. Es ist hier nicht der Ort, auf die Geschichte dieser letzteren Forschung genauer einzugehen; so viel aber sei gesagt, dass man mehr und mehr die ganze Insel der höheren Thiere, wenigstens von den Ursiden an, als eine eingesenkte »Bogenwindung» (Gyrus arcuatus I) aufzufassen geneigt ist. Zwar warnt noch vor einigen Jahren Marchand davor, zu rasche phylogenetische Schlüsse zu ziehen. »So augenfällig», sagt er, »nun auch die Uebereinstimmung der Bogenwindung der Insel der Anthropoiden mit der Sylvischen Windung der Carnivoren ist, so ist doch von dem Gehirn der letzteren, besonders des Hundes und der Katze, zu dem der ersteren ein weiter Weg, und es lässt sich nicht so unmittelbar aus der Aehnlichkeit der Form eine Homologie ableiten. Gerade bei den niederen Primaten ist eine Bogenwindung in der Insel nicht deutlich».

Der Turner'sche Befund von einer in der Insularregion versteckt liegenden bogenförmigen Windung bei den Ursiden schien in hohem Grade dafür zu sprechen, dass diese Windung der eingesenkte Gyrus arcuatus I sei oder zugleich das Rudiment einer Insel enthalte. Ziehen (Anat. Anz., 1890) war aber der Ansicht, dass die untere Bogenfurche (Fiss. ectosylvia) bei den Ursiden ganz verschwunden sei. Marchand (Die Morphol. des Stirnlappens und der Insel der Anthropomorphen, 1893) schloss sich in dieser Frage der Ansicht Ziehen's an; er sagt aber auch, dass die Insel der Anthropoiden in vieler Beziehung die Turner'sche Auffassung zu bestätigen scheint. Waldeyer (Sitz. Ber. d. K. Preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1891, XVI) äusserte sich dahin, »dass das Verhalten der Gibbon-Insel, welche wie eine einfache Windung um die Tiefe der Sylvi'schen Furche herumgelegt erscheint, für diese Deutung spricht, und zwar in der ersten Alternative».

Die erwähnte Turner'sche Ansicht von der Versenkung des Gyrus arcuatus I am Ursidengehirn wurde dann von Holl (Ueber die Insel des Carnivorengehirnes, Arch. f. Anat. u. Entwickelungsgesch., 1899) entschieden vertreten. Er ging aber noch einen Schritt weiter, indem er das entsprechende Verhalten des Inselgebietes bei den Carnivoren im Ganzen näher präcisirte. Bisher hatte man seit Broca (auch Krueg und Ziehen) als die Insel des Hundes und der Katze die kleine dreieckige Partie (Trigonum Sylvii, Holl), die zwischen den beiden Schenkeln der Fiss. Sylvii zu sehen ist, als die wirkliche Insula Reili aufgefasst. Dies ist aber nach Holl ganz unrichtig. »Die Insel des Caniden- und Felidengehirnes begreift in sich die Rinde des (vielleicht nur basalen Antheiles des) Gyrus orbitalis, des unteren Antheils des Gyrus reuniens, den vorderen Schenkel des Gyrus arcuatus II, den ganzen Gyrus arcuatus I und das Trigonum Sylvii». Ferner sagt Holl: »Es geht somit hervor, dass das Inselgebiet des Gehirnes von Ursus arctos ebenso gross ist als das des Canidengehirnes. Die versenkte Bogenwindung des ersteren ist homolog dem oberflächlich gelegenen Gyrus arcuatus I des letzteren.».

Wenn man nun diese Deutungen und Verhältnisse mit den entsprechenden bei den *Primaten,* und namentlich beim *Menschen,* vergleicht, muss v. A. hervorgehoben werden, dass die Fissura Sylvii der Primaten keineswegs der sog. Fissura Sylvii der Carnivoren entspricht, indem jene einen anderen, viel weiteren Begriff enthält. Die Fissura Sylvii am Hundegehirn stellt die kleine untere Einbuchtung des Gyrus arcuatus I dar, die bei dem Bären versenkt liegt und eine neue äussere Fissur nach aussen von sich hat (die Fiss. Sylvii falsa, Holl). Bei den Primaten wächst nun diese später in hohem Grade, indem sich die Opercula viel weiter entfalten. Die Consequenz fordert also, dass die bisher als Fissura Sylvii am Primatengehirn bezeichnete grosse Einsenkung der Oberfläche ebenfalls nur als eine Fissura Sylvii *falsa* und die wahre Fissur in dem versenkten Inselfelde zu suchen sei.

Bekanntlich hat Guldberg schon vor längerer Zeit (Anat. Anz., 1887) nachgewiesen, dass unter den Furchen der Insel des Menschen und z. Th. auch der Affen eine mittlere Furche (der *Sulcus centralis insulæ,* Guldberg) sowohl beim Foetus zuerst auftritt als auch im erwachsenen Zustande dominirt und das Inselgebiet in zwei Partieen, eine grössere, Pars frontalis, und eine kleinere, Pars parieto-temporalis, theilt. Eberstaller schloss sich ihm bald danach an; dieser Forscher unterschied sogar eine vordere und eine hintere Insula.

Gegen die Auffassung von dem Sulcus centralis als Hauptfurche der Insel, welcher Auffassung sich die meisten Anatomen anschlossen, trat nun Marchand auf, indem er darzulegen suchte, dass die nach hinten vom Sulcus centralis belegene Furche (der *Sulcus longitudinalis* Eberstaller's) die wichtigste Furche des Primatengehirns ist, die beim menschlichen Foetus zuerst auftritt; am Gehirn der Anthropoiden ist sie auch besonders ausgeprägt. Im Zusammenhang damit dürfte auch hervorgehoben werden, dass Marchand nachwies, dass die am Menschenhirn von den Opercula bedeckte, vorderste Partie der Insel am Anthropoidenhirn unbedeckt liegt und bis zum Sulcus fronto-orbitalis reicht.

Bei meinen Untersuchungen über die Entwicklung und die Formenverhältnisse des menschlichen Gehirns (Das Menschenhirn, 1896) sah ich aber in Uebereinstimmung mit Guldberg den Sulcus centralis insulæ nicht nur in der Regel beim Foetus zuerst auftreten, sondern auch weiter im erwachsenen Zustande die tiefste und beständigste Furche darstellen, wogegen die nach hinten von ihm befindliche Furche, der Sulcus longitudinalis von Eberstaller und Marchand, der Sulcus postcentralis — richtiger retrocentralis — mihi, später auftritt und weniger ausgeprägt ist. Deshalb meinte ich, dass wenn man die Insel in zwei Abtheilungen trennen will, der Sulcus centralis doch die richtige Grenze bildet, und die beiden Partieen als *Lobuli anterior* und *posterior* des Insellappens bezeichnet werden können.

In der letzten Zeit hat nun Holl (Ueber die Insel des Menschen- und Anthropoidengehirnes, Arch. f. Anat. u. Phys., Anat. Abth., 1902) diese Frage wieder aufgenommen, und zwar mit besonderer Rücksicht auf die Verhältnisse beim *Menschen.* In Betreff der basalen Ausdehnung des menschlichen Inselgebietes bestätigt er meine Darstellung, nach welcher der Gyrus olfactorius lateralis dieses Gebiet medialwärts begrenzt, was v. A. am foetalen Gehirn deutlich nachzuweisen ist. Das Claustrum erstreckt sich mit Einsprengungen noch etwas weiter medialwärts, sogar in das laterale Randgebiet des Rhinencephalon (in den Gyrus olfactorius lateralis) hinein; deshalb lässt sich das Claustrum nicht gerne als für die Ausdehnung des Inselgebietes ganz bestimmend ansehen.

In Betreff der Zergliederung der Insel des Menschenhirns und der Dignität ihrer Furchen schliesst sich Holl den Ansichten Marchand's an. *Nicht der Sulcus centralis insulæ, sondern der Sulcus longitudinalis* (Sulcus retrocentralis), *stellt die Hauptfurche der Insel dar,* indem er theils im Foetalstadium gewöhnlich früher auftritt, theils auch beim Erwachsenen in sehr ausgeprägtem Zustande bleibt. »*Die Insel des menschlichen Gehirnes stellt*», sagt Holl, »*eine versenkte, um den Sulcus longitudinalis insulæ herumgelegte Bogenwindung dar;* der hintere Schenkel derselben ist schlank, glatt, der vordere Schenkel breit, ausgedehnt, mit secundären Furchen und Windungen versehen; von den secundären Furchen ist gewöhnlich die als Sulcus centralis bekannte Furche am mächtigsten ausgebildet.»

Die Insel des Menschen stellt demnach eine höhere Entwicklung der Insel der Ursiden dar; und der *Sulcus longitudinalis* (retrocentralis) *entspricht also nach* Holl *der wahren Fissura Sylvii des Bärengehirns.*

Es liegt in der That recht viel Ansprechendes in dieser Auffassung, und ich würde von Anfang an sehr geneigt gewesen sein, ihr beizutreten, falls nur die Befunde am Gehirn des Menschen und der Affen eine Deutung in dieser Richtung bestätigten.

Meine früheren Untersuchungen (Das Menschenhirn, 1896) sprachen aber nicht für sie. An den von mir studirten foetalen Gehirnen sah ich den Sulcus centralis insulæ in der Regel zuerst auftreten und an den erwach-

senen war dieselbe Furche bei weitem constanter und regelmässiger vorhanden als der Sulcus retrocentralis insulæ, welcher oft schwach und aus mehreren Stücken zusammengesetzt vorkommt.

Zwar sind sowohl Marchand als auch noch bestimmter Holl zu anderen Ergebnissen gelangt. In seiner neuesten Arbeit (v. J. 1902) sagt Holl Folgendes vom Sulcus longitudinalis: »In den weitaus meisten Fällen ist die Furche gut entwickelt, die bogenförmige Anordnung der Windung deutlich; jene Fälle sind nach den gemachten Beobachtungen in der Minderzahl, in welchen die Längsfurche schlecht entwickelt ist oder aus einigen Furchenstücken besteht oder ganz fehlt, wo dann selbstverständlich die Bogenwindung minder deutlich oder gar nicht als solche erkennbar ist». In einer Note bespricht Holl auch die Differenz zwischen seinen und meinen Befunden.

Es könnte nun scheinen, als ob es keine besonders wichtige Frage sei, welche von den beiden Furchen die Dignität der Hauptfurche habe. Es steckt aber in dieser Frage etwas Prinzipielles, und zwar von nicht ganz zu unterschätzender phylogenetischer Bedeutung: stellt die Insula Reili des Menschenhirns (und Affenhirns) in der That eine versenkte *Bogenwindung* dar, die sich phylogenetisch an die Verhältnisse bei den Carnivoren, und ganz besonders bei den Ursiden anschliesst?

Eine *directe* Beantwortung dieser Frage lässt sich gewiss schwerlich finden, da so viele Lücken im Stammbaum, zwischen den Carnivoren und dem Menschen vorhanden sind. Ich habe deshalb, ausser der Untersuchung der Gehirne der mir zugänglichen Glieder des Mammalien-Stammbaums, ganz besonders noch einmal die foetale Entwicklung des *Menschen*hirns und eine *statistische* Untersuchung einer grösseren Reihe von Gehirnen erwachsener menschlicher Individuen vorgenommen.

Was zuerst die *foetalen* menschlichen Gehirne betrifft, so kann ich nach genauer Durchmusterung des ganzen mir zugänglichen Materiales nur noch einmal dieselben Angaben wiederholen, die ich im J. 1896 mitgetheilt habe. Erstens betone ich, im Anschluss an Marchand, dass man mit Vorsicht das Vorkommen von Furchen an der foetalen Insula beurtheilen soll: offenbar entstehen bei der Härtung Eindrücke der vorüberlaufenden Arterien; in dieser Weise erhält man nicht selten Präparate, welche die ganze fragliche Gefässverästelung in Gestalt von verzweigten seichten Furchen zeigen. Sicherheit in Betreff der Natur der Furchen gewinnt man eigentlich nur, wenn sie sich so vertieft haben, dass sie mit künstlich entstandenen Gefässfurchen nicht verwechselt werden können; die Gefässe verlaufen nämlich, sowohl beim Foetus als beim Erwachsenen, stets oberflächlich und zwar auch nach der Bildung der Furchen, in der Oeffnungsrinne derselben. Wie schon früher hervorgehoben worden ist, entspricht der Verlauf der Inselfurchen in recht auffallender Weise der Verzweigung der Arterien, so dass es eben in diesem Gebiete nicht unmöglich ist, dass die Gefässe den ersten Anstoss zur Vertheilung der bleibenden Furchen abgeben. Dies scheint sogar durch die sich zuerst zeigende Furche bewiesen zu werden. An der unteren Grenze der Insularregion entsteht früh, schon in der Mitte der Foetalzeit, eine starke, rinnenförmige Einbiegung, welche die Arteria fossæ Sylvii beherbergt. Diese Einbiegung fängt eben am Gyrus olfactorius lateralis an und entwickelt sich immer mehr zu einer recht tiefen Incisur (*Incisura olfactoria* mihi), die sich später nach oben hin über das wirkliche Insularfeld fortsetzt und einen starken Ast der genannten Arterie enthält, den Sulcus centralis insulæ darstellend. Diese letztgenannte Furche ist die zuerst entstehende Furche der eigentlichen Insel; nur selten entsteht der Sulcus retrocentralis etwa gleichzeitig, und zwar entweder einheitlich oder noch öfter in der Gestalt von zwei Stücken. Das Auftreten dieser wahren Inselfurchen findet in der Regel in den letzten (7.—9.) Foetalmonaten statt. Man trifft dann an den Gehirnen dieselben Variationen der Furchenanordnung, die bei Erwachsenen vorkommen, obwohl sie beim Foetus nur angelegt sind. Nach der Geburt und in den ersten Kinderjahren erkennt man diese Variationen immer deutlicher hervortretend und ausgeprägt.

Was nun die Verhältnisse bei den *Erwachsenen* betrifft, so habe ich, um dem Einwand zu entgehen, dass das von mir das vorige Mal (1896) benutzte Material vielleicht zufälliger Weise Ausnahmefälle enthalten dürfte, ganz neues Material gesammelt. Ich habe mir also 100 neue Hemisphären von erwachsenen Menschen und Kindern verschafft und in Formalin gehärtet. Eine Durchmusterung dieser ohne Auswahl zusammengebrachten Hemisphären hat nun ergeben, dass meine vorige Darstellung durchaus aufrecht erhalten werden muss.

Eine statistische Untersuchung dieser *100 Insulæ* erwies nämlich, dass der *Sulcus centralis insulæ* nur in 6 Fällen (6 %) verkümmert war; in einem von diesen reichte er nicht ganz bis zum Basalfelde, in drei endigte er höher oben und stellte nur ein kürzeres Furchenstück dar; in einem Fall fehlte das obere Ende, indem sich ein oberes Stück des Sulcus retrocentralis in ihn eingesenkt hatte und gewissermassen sein oberes Ende darstellte; und schliesslich in dem 6:ten Falle schien er ganz zu fehlen, indem der Sulcus retrocentralis ausserordentlich stark ausgebildet war und offenbar seine Rolle ganz übernommen hatte.

In *allen übrigen Fällen*, also 94 (= 94 %), war der Sulcus centralis *kräftig und normal* entwickelt, und zwar *stets einheitlich, nie in Stücke zerfallen; sein unteres Ende lief stets auf das Basalfeld hinaus.*

Ganz andere Verhältnisse bot dagegen der *Sulcus retrocentralis insulæ* (Sulcus longitudinalis). Zwar fehlte er vollständig nur in *einem* Falle, aber einheitlich und gut entwickelt war er bloss *in 17 Fällen* (= 17 %), von gleicher Tiefe wie der Sulcus centralis nur in 4 Fällen, und dazu in den 6 Fällen, in denen der Sulcus centralis verkümmert war (oder fehlte), tiefer als dieser.

In den allermeisten Fällen zeigte sich der Sulcus retrocentralis *aus zwei oder drei getrennten Furchenstücken bestehend*, und zwar fand dieses statt in nicht weniger als 67 Fällen (= 67 %), d. h. in *zwei Drittel der ganzen Serie*. In 40 von diesen Fällen bestand er aus *zwei*, schief nach vorn-unten, unter sich mehr oder weniger parallelen, kurzen seichten Furchenstücken, die zwar mit dem Sulcus centralis einen spitzen Winkel bildeten, mit ihm aber nicht zusammenhingen. In 6 Fällen war der Sulcus retrocentralis durch zwei nur äusserst seichte und kurze, »verkümmerte» Furchenstücke angedeutet. In 3 Fällen waren drei statt zwei Furchenstücke vorhanden. Einmal waren sogar vier kleine Stücke zu sehen. In 7 Fällen (von zwei Furchenstücken) war das untere Stück länger und lief auf das Basalfeld hinaus, während das obere schwach entwickelt war. In 8 Fällen lief das obere Stück in den Sulcus centralis ein und stellte, wie oben erwähnt, in einem Falle das obere Endstück desselben dar. In 2 Fällen fand sich nach oben von dem oberen Ende des unteren Furchenstückes eine Art ganz ausgeprägter »Bogenwindung», die nach oben hin von einem stark gebogenen mittleren Furchenstück begrenzt war.

Dann giebt es aber noch eine Reihe von Fällen, in welchen von den den Sulcus retrocentralis gewöhnlich constituirenden Furchenstücken *entweder nur das obere Stück* (3 Fälle) oder nur das untere Stück (6 Fälle) vorhanden waren; unter den letzteren 6 waren 3, in denen das fragliche untere Stück auf das Basalfeld hinauslief. In den meisten dieser Fälle, in welchen nur das obere oder das untere Stück vorhanden war, zeigten sich die Furchen sehr seicht und hier und da gewunden, schlingend oder gezackt. In einem Falle war zwar nur ein unteres Furchenstück vorhanden, das sich aber am oberen Ende in zwei verästelte[1]).

Aus dieser ganzen Darstellung geht nun unzweideutig hervor, dass der *Sulcus centralis insulæ die bei Weitem regelmässigste*, sowie in der Regel tiefste und am frühesten entstehende unter den beiden Furchen ist. Der Sulcus centralis stellt in der That beim Menschen eine ausserordentlich reguläre Hirnfurche dar, während dagegen der *Sulcus retrocentralis eine, sowohl in Bezug auf seinen Verlauf als auf seine Ausbildung und Zusammensetzung in höchstem Grade wechselnde Furche* ist, v. A. wenn man ihn als eine typische oder Hauptfurche auffassen will.

Wenn man nur die hier statistisch dargelegte Beschaffenheit der beiden Furchen berücksichtigt, so erscheint es in der That doch eigenthümlich, dass der Sulcus retrocentralis, der in nur 17 % einheitlich und auch in den meisten von diesen Fällen seichter ist, die typische oder Hauptfurche des Insellappens, ja sogar die ursprüngliche Fissura Sylvii sein sollte. Jedenfalls muss man dann diese Fissura Sylvii des Menschen als in hohem Grade reducirt oder degenerirt betrachten. Aus diesem Grunde scheint mir auch bis auf Weiteres die Theorie recht problematisch, nach welcher man die ganze Insel des Menschen als eine versenkte Bogenwindung auffassen will, die phylogenetisch von dem Carnivorenhirn stammen soll.

Jedenfalls scheint es mir aber nicht praktisch zu sein, den Insellappen mit Hülfe dieser so wechselnden Furche in zwei Partieen oder Läppchen einzutheilen. Wenn man eine solche Zergliederung des Inselgebietes aufrecht zu erhalten wünscht, so bietet doch der Sulcus centralis Guldberg's in pädagogischer Hinsicht ein viel besseres Mittel für eine solche Eintheilung.

Die Bogenwindungstheorie von Marchand und Holl enthält aber doch möglicherweise einen Kern von Wahrheit, und jedenfalls ist ihre Erörterung nicht ohne Interesse gewesen. Um aber diese Theorie als sicher und feststehend annehmen zu können, braucht man, meiner Ansicht nach, viel sicherere Beweise als die bisher vorgelegten. Die hier eben erörterten Verhältnisse beim *Menschen* scheinen doch in der That nicht für die Wahrheit der Theorie zu sprechen.

Es bleibt nun noch übrig, die entsprechenden Verhältnisse bei den *Affen* zu berühren, um so viel mehr als sich Marchand und Holl besonders viel auf diese stützen.

---

[1]) Da es vielleicht von einigem Interesse sein dürfte, zu erfahren, wie sich die beiden Gehirnhälften, die rechte und die linke, in der fraglichen Hinsicht verhalten, habe ich eine solche Musterung vorgenommen. Es zeigte sich, dass sich im Ganzen die verschiedenen Typen der Furchenbildung so ziemlich gleich auf die beiden Hemisphären vertheilen. In den 17 Fällen, in denen der Sulcus retrocentralis ganz einheitlich und gut ausgebildet war, fanden sich 10 rechte und 7 linke Hemisphären. Unter den 38 Fällen, wo er aus zwei getrennten, schief und unter einander parallel verlaufenden, aber gut ausgebildeten Furchenstücken bestand, fanden sich 17 rechte und 21 linke Hemisphären. Ebenso verhielten sich die übrigen Typen, indem sie nicht an eine gewisse — die rechte oder linke — Hemisphäre gebunden waren.

Vor mir liegen 6 gut präparirte Hemisphären von Orangutans und 9 von Chimpansen, in welchen die Inselregion blossgelegt worden ist; ausserdem noch 2 Hemisphären von Hylobates und sehr gut gehärtete Gehirne einer ganzen Reihe anderer Affen (Cynocephalus, Macacus, Cercopithecus, Semnopithecus, Cebus u. s. w., ebenso wie Lemur und Hapale).

Die Befunde an den *Orang*gehirnen geben kaum eine Stütze für die fragliche Bogenwindungstheorie. Eher die Befunde an den *Chimpanse*gehirnen, in deren Insula eine lange Furche vorkommt, die als dem Sulcus retrocentralis (S. longitudinalis) entsprechend betrachtet werden könnte. Dagegen scheinen mir die Verhältnisse bei *Hylobates* und den anderen *Affen* und *Halbaffen* gar nicht für die betreffende Theorie zu sprechen, vielmehr gegen dieselbe. An meinen ausserordentlich schön gehärteten Hylobateshemisphären findet man weder den Sulcus centralis noch den Sulcus retrocentralis, aber weit vorn eine andere radiäre Furche. Die von Waldeyer als Centralfurche hier beschriebene Bildung scheint mir nur die die Arteria fossæ Sylvii beherbergende Incisura olfactoria zu sein; wenigstens findet sich in meinen beiden Gibbongehirnen diese Incisur ziemlich gut ausgeprägt, eine Fortsetzung derselben aber nach oben fehlt vollständig.

In den meisten Fällen findet sich auch an den Gehirnen der übrigen, niedriger stehenden Affen die fragliche Incisur ausgeprägt; hier und da setzt sie sich nach oben-hinten als eine seichte Furche fort, die bald als ein Sulcus centralis, bald als ein Sulcus retrocentralis imponiren kann; mir scheint sie aber eher nur einer Gefässimpression zu entsprechen. Aus diesen Befunden auf die Verhältnisse beim Menschen sichere Schlüsse zu ziehen, und aus diesen wieder Beweise für eine derartige Theorie zu gewinnen, scheint mir zu gewagt zu sein. In dieser Beziehung schliesse ich mich den Autoren — und v. A. Marchand — an, welche hervorheben, dass bei allen niederen Affen die Insel beinahe glatt und furchenlos ist, und dass sich erst bei den Anthropomorphen die Furchen zu zeigen beginnen; die »Uebergangsglieder» von den Carnivoren bis zum Menschen sind deshalb sehr lückenhaft. Gerade die Befunde am Gehirn der Affen scheinen mir sehr wenig für die Bogenwindungstheorie zu sprechen. Meiner Ansicht nach braucht man bessere Beweise für die Lösung eines principiell wichtigen Problems, um so mehr als die hier oben erörterten Befunde beim Menschen gegen die Wahrheit der Theorie ein schwer wiegendes Zeugniss ablegen.

Um nun eben diese Verhältnisse beim *Menschen* den Augen der hierfür interessirten Anatomen recht deutlich vorzulegen, habe ich von meinen betreffenden Präparaten eine Anzahl beleuchtender Fälle zum Photographiren ausgewählt und sie auf den Taf. IV, V und VI in Lichtdruck wiedergeben lassen. Die Taf. IV enthält die Insulæ von 16 rechten, die Taf. V die Insulæ von 14 linken Hemisphären, in welchen vorwiegend die gewöhnlichen Fälle, d. h. die, wo der Sulcus retrocentralis aus zwei getrennten Stücken besteht, dargestellt sind. Auf der Taf. VI sieht man theils solche Fälle, wo der Sulcus retrocentralis, bei normal vorhandenem Sulcus centralis, einheitlich und gut entwickelt ist, theils auch solche, wo der Sulcus centralis in der einen oder anderen Weise verkümmert oder verdrängt ist oder das obere oder untere Furchenstück des Sulcus retrocentralis in sich aufnimmt.

Da die Figuren sehr deutlich und klar sind, ist wohl eine besondere Beschreibung jeder einzelnen derselben überflüssig. Ich verweise deshalb auf die neben jeder der Tafeln stehenden Conturzeichnungen, wo die Furchen mit Buchstaben bezeichnet sind. Nur einige der auf der Taf. VI abgebildeten Insulæ, welche Ausnahmefälle oder seltene, atypische Exemplare darstellen, mögen hier ein wenig besprochen werden. Die Fig. 1—10 stammen von rechten, die Fig. 11—15 von linken Hemisphären her. Die Fig. 1 ist ein Fall, wo der Sulcus centralis scharf ausgeprägt ist und wo der Sulcus retrocentralis aus zwei sehr unregelmässigen Furchenstücken besteht, von denen das untere einen Bogen bildet, neben dessen oberem Ende das obere Stück eine Strecke nach vorn-unten hin vorbeizieht. In der in Fig. 2 abgebildeten Insula läuft oben-hinten ein oberes, abgetrenntes Furchenstück der Retrocentralfurche in den Sulcus centralis hinein. In Fig. 13 ist ein solches Einmünden der Retrocentralfurche vorhanden. Ebenso gewissermassen in Fig. 3. In Fig. 9 reicht der Sulcus centralis nicht ganz in das Basalfeld hinaus, sondern ist hier durch eine kleine Brücken- oder Bogenwindung abgeschlossen. In Fig. 7 ist dieses noch viel mehr der Fall: die ganz kurze Centralfurche reicht nur halbwegs zum Basalfelde und ist durch eine Bogenwindung von der kräftig entwickelten Retrocentralfurche abgetrennt, welche unten gewissermassen die Rolle *beider* Furchen übernommen hat; die Retrocentralfurche ist aber nicht einheitlich, sondern zeigt oben ein abgetrenntes Stück und weiter hinten noch ein anderes Stück. Etwas ähnliches bietet die Fig. 4 dar, indem das obere Stück der Ceutralfurche unten durch eine kleine Brückenwindung abgeschlossen ist und ihr nnteres Stück ein Furchenstück der Retrocentralfurche aufnimmt und gewissermassen auch ihre untere Fortsetzung bildet. In Fig. 10 ist

die Centralfurche noch mehr reducirt und besteht nur aus einem unansehnlichen, seichten oberen Furchenstücke. In Fig. 5 und 6 sieht man die untere Partie der Centralfurche gut ausgebildet; oben findet sich aber ein abgetrenntes Furchenstück, das durch eine Brücken- oder Bogenwindnng von der unteren Partie geschieden ist. In Fig. 12 laufen die Central- und Præcentralfurchen zusammen, indem ihr unteres Ende gemeinsam ist. In Fig. 8 sind diese beiden Furchen fast ebenso gut ausgebildet und laufen einander parallel bis ans Basalfeld.

Die hier abgebildeten 45 Insulæ rühren sämmtlich von *schwedischen* Gehirnen her. Dieses ist auch mit den übrigen von mir bei der vorliegenden Untersuchung benutzten 55 Hemisphären der Fall. Bis auf einige wenige (Fig. 12, 16 der Taf. IV; Fig. 10, 14 der Taf. V) haben sie erwachsenen Individuen angehört.

Es lässt sich wohl kaum denken, dass die von mir gefundenen und hier beschriebenen Verhältnisse als Rasseneigenthümlichkeiten der Schweden zu betrachten seien. Jedenfalls wäre es von Interesse zu erfahren, wie sich in diesen Hinsichten die Gehirne der niederen Menschenrassen verhalten. Ich hatte den obigen Aufsatz zu einem Vortrag auf dem Anatomenkongress in Halle niedergeschrieben und angemeldet. Der Vortrag wurde aber nicht gehalten. Herr Kollege Marchand, der bei dem Kongresse anwesend war, hatte aber die Güte, mir persönlich mitzutheilen, dass er bei einem Negergehirn Verhältnisse angetroffen hatte, welche seine Auffassung vom Sulcus longitudinalis in schöner Weise unterstützen. Da ich auch ein paar mir von Elliot Smith in Kairo gütigst geschenkte Gehirne von Sudanneger besitze, entschloss ich mich nach der Heimkehr, an diesen beiden Gehirnen durch Einschnitte der Opercula die Insulæ blosszulegen. Ich fand nun Folgendes: Von den vier Hemisphären zeigte bei dem einen Gehirn *eine* Hemisphäre den Sulcus centralis einheitlich, tief und typisch, den Sulcus retrocentralis (S. longitudie nalis) dagegen sehr schwach ausgebildet, und zwar aus zwei seichten Furchenstücken bestehend; die *andere* Insula desselben Gehirns zeigte den Sulcus retrocentralis ziemlich gut entwickelt, einheitlich, obwohl nicht ganz bis zum Basalfeld reichend; der Sulcus centralis war zwar einheitlich und bis ins Basalfeld einschneidend, er war aber in der Mittenpartie ungewöhnlich seicht. Bei dem zweiten Sudannegergehirn war in *beiden* Insulæ der Sulcus centralis einheitlich, tief, scharf und typisch ausgeprägt, während der Sulcus retrocentralis in beiden äusserst schwach ausgebildet war, in der *einen* Insula nur durch ein sehr kleines, seichtes, schiefes Furchenstück repräsentirt, in der *anderen* sogar beinahe ganz fehlend.

Diese Befunde sprechen also jedenfalls gegen die Auffassung, dass das Vorhandensein eines gut entwickelten Sulcus retrocentralis (S. longitudinalis) ein Charakter niederer Rassengehirne sei, obwohl für die endgültige Entscheidung dieser Frage natürlicherweise ein viel reichlicheres Material nöthig ist.

Im Zusammenhang hiermit ist hervorzuheben, dass gerade bei dem in der Abhandlung 1 hier oben beschriebenen Gehirn des hoch begabten Europäers Siljeström der Sulcus retrocentralis beiderseits einheitlich und recht gut entwickelt ist; der Sulcus centralis war aber auch gut ausgebildet

---

Nachdem dieser Bogen schon zum Druck abgeliefert war, erhielt ich durch die gütige Zusendung des verehrten Verfassers Prof. D:r M. Holl eine neue, im Arch. f. Anat. u. Physiol. erscheinende Mittheilung »*Zur Morphologie der menschlichen Insel*», in welcher ein interessanter Fall von Gestaltung der Insulæ Reili bei einem erwachsenen Menschen beschrieben wird. In beiden Insulæ ist der Sulcus longitudinalis Marchand's gut entwickelt; in der rechten ebenfalls der Sulcus centralis; in der linken ist aber von diesem letzteren nur das obere Stück vorhanden; der frontale Schenkel der Bogenwindung hat hierdurch eine mächtige Ausbildung erfahren, welche an die Verhältnisse bei den Anthropoiden erinnert, wesshalb Holl diesen Typus der (hinteren) menschlichen Insel als *anthropoiden* Typus bezeichnet.

3.

Zur Kenntniss der oberflächlichen ventralen Nervenzellen im Lendenmark der Vögel.

Taf. VII.

Durch seine neuen hochinteressanten Untersuchungen über die von ihm als Hofmann'sche Kerne bezeichneten segmentalen Nervenzellenhaufen am Rückenmark der Vögel und Reptilien hat neulich der Altmeister unserer Wissenschaft Albert von Kölliker die Aufmerksamkeit auf das Vorkommen von solchen oberflächlich oder peripher gelegenen Nervenkernen und auch von zerstreuten Nervenzellen gelenkt und die Kenntniss dieser Bildungen in hohem Grade befördert. Durch seine neueste zusammenfassende Arbeit (Zeitschr. f. wiss. Zoologie LXXII, 1, 1902) ist das Vorkommen und der Bau der Hofmann'schen Kerne bei Embryonen und im erwachsenen Zustande in eingehender Weise behandelt und die Geschichte der Entdeckung dieser Bildungen ausführlich besprochen, weshalb v. A. auf diese seine Darstellung verwiesen wird.

Das hohe morphologische Interesse dieser Nervenzellen hat mich im letzten Sommer verlockt, ihnen auch einige Studien zu widmen, und zwar sowohl mittelst der gewöhnlichen Härtungs- und Färbungs- als mittelst der Golgischen und Erlichschen Methoden. Durch die Liebenswürdigkeit meines hochverehrten Freundes Exc. von Kölliker habe ich auch schon ehedem eine Anzahl schöner Schnittpräparate des Markes von Vögeln und Reptilien erhalten, die die Hofmann'schen Kerne in vorzüglicher Weise zeigen; das betreffende Material war in Zenker'scher Flüssigkeit fixirt.

Es ist indessen jedenfalls nicht meine Absicht, hier auf die Frage vom Bau und Verhalten der Zellen der eigentlichen Hofmann'schen Kerne einzugehen, sondern nur eine andere Gruppe von Nervenzellen zu besprechen, die zwar auch in v. Kölliker's Arbeiten gelegentlich berührt worden sind, aber meiner Ansicht nach eine etwas eingehendere Untersuchung verdienen.

In der neuesten, oben citirten Arbeit von Kölliker's wird an einigen Stellen erwähnt, dass neben den eigentlichen Hofmann'schen Kernen zerstreute Nervenzellen in der peripheren weissen Substanz des Markes vorkommen. S. 130 sagt er also, dass in der Nähe der Hofmann'schen Kerne und da, wo solche im Vergehen begriffen sind, an der Stelle derselben oder mehr ventralwärts in der Höhe des Ligamentum denticulatum oder selbst in der Fasermasse des Vorderstranges drei etwas grössere Nervenzellen von Kugel- oder Spindelform zu finden sind, die im Wesentlichen mit den Elementen der Ursprungskerne der motorischen Wurzeln übereinstimmen. Solche Zellen zeigen sich auch an der Austrittsstelle der motorischen Wurzeln und sind bei erwachsenen Hühnern hier sehr häufig. S. 143 äussert ferner von Kölliker (über das Mark eines älteren Embryo vom Wachtel): »Schon an den Grosskernen findet sich häufig ventral an dieselben sich anschliessend in der Gegend des Ansatzes des Ligamentum denticulatum eine Reihe von Zellen von derselben Beschaffenheit, wie die des Grosskernes, die gewissermassen schon einen Kleinkern darstellen; diese Zellen fehlen dann übrigens da, wo die Grosskerne aufhören, auch. Dagegen beobachtet man überall an der ventralen Seite des Markes in der Gegend der Austrittsstelle der moto-

rischen Wurzeln einzelne oberflächlich gelagerte grosse Zellen von der Beschaffenheit derjenigen des motorischen Kernes im Vorderhorn, wie solche auch schon vom Huhne und der Taube erwähnt wurden.»

In den schönen Figuren von Kölliker's sieht man nun an manchen Stellen die zerstreuten oberflächlichen Nervenzellen, die in der Nähe der Hoffman'schen Kerne gelagert sind. In drei der Figuren bemerkt man auch einzelne Zellen, die mehr ventralwärts belegen sind, nämlich in Fig. 3 bei mz (Hühnerembryo), in Fig. 13 (erwachs. Huhn), und Fig. 16 (von der Taube), wo die abgebildete Zelle jedoch weit nach aussen hin liegt.

Bei der Untersuchung einiger Reihen von Golgipräparaten von 10—16 Tage alten Hühnerembryonen bemerkte ich nun das Vorkommen zahlreicher, ganz oberflächlich gelagerter Nervenzellen, die bald hier, bald da am ventralen Umfang der Vorderstränge belegen waren und mit ihren langen, reichlich verzweigten Dendriten die ventrale Oberfläche des Markes umstrickten, und zwar über die ganze ventrale Fläche hinaus, sogar *bis an die vordere Fissur*. Ich erinnerte mich nun, dass von Lenhossék schon vor mehreren Jahren oberflächliche ventrale Zellen am Lendenmark vom Huhn mit der Golgimethode gefunden und beschrieben hat, und v. Kölliker hebt dies auch in seiner Arbeit hervor. In seinen »Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane» (Wiesbaden, 1894) berichtet ja von Lenhossék *über oberflächliche Nervenzellen im Rückenmarke des Hühnchens.* Er fand sie bei einem neuntägigen Hühnchen an der *lateralen Hälfte der ventralen Oberfläche des Markes,* und er bildet v. A. eine Zelle ab, die nahe der Mitte des einen Vorderstranges liegt. Es gelang ihm auch, die Axonen dieser Zellen durch die vordere Kommissur hindurch zu verfolgen, d. h. die Natur der Zellen als *Kommissurzellen* festzustellen.

v. Lenhossék warf nun die Frage auf, ob diese Zellen lediglich einem *embryonalen* Verhalten entsprechen, d. h. sich später wieder in die Vorderhörner zurückziehen, oder einer *definitiven* Zellform. Er hielt es für *wahrscheinlicher,* dass das letztere der Fall ist, *der Beweis hierfür fehlte ihm jedoch.* Eine andere Frage, *ob man es mit konstanten Bildungen* oder mit gelegentlichen Deserteuren zu thun hat, *konnte er ebenso wenig entscheiden, neigte sich aber eher der ersteren Annahme zu.* Sporadische Nervenzellen inmitten der weissen Substanz sind ja auch bei ausgebildeten Thieren keine unbekannte Erscheinung; an einer anderen Stelle, und zwar in dem hinteren Theil der Seitenstränge, in dem einspringenden Winkel zwischen Vorder- und Seitenstrang, kommen sie ja bekanntlich bei Säugern vor. v. Lenhossék erinnerte auch an die Befunde Cajal's von echten spindelförmigen Nervenzellen in der äusseren Zone des Seitenstranges (im Halstheil von 16-tägigen Hühnerembryonen (1893).

Ich habe noch hinzuzufügen, dass Lachi schon im J. 1889 (Alcune particolarita anatomiche del rigonfiamento sacrale nel midollo degli uccelli, Pisa, 1889) bei Hühnerembryonen ventrale oberflächliche Nervenzellen gesehen und abgebildet hatte. In seiner Fig. 10 (von einem 9-tägigen Embryo) bemerkt man jederseits eine derartige Zelle, zwar *weit lateral* gelagert, aber offenbar zu dieser Art gehörig. Lachi scheint also der erste zu sein, der solche Zellen gesehen hat.

Wie oben erwähnt wurde, habe ich in meinen Golgipräparaten diese Zellenart um den *ganzen* ventralen Umfang der Oberfläche des Lendenmarkes beim Huhn angetroffen, nicht nur in der *lateralen* Hälfte, wie Lachi, von Lenhossék und v. Kölliker. Ich traf sie, wie schon oben angedeutet wurde, sogar ganz in der Nähe der vorderen Kommissur, und sie streckten ihre Dendriten zuweilen in die Fissur hinein. Der Zellkörper dieser Zellen erschien in Transversalschnitten bald rundlich, bald spindelförmig, mit 2—4 Dendritenfortsätzen, die sich gewöhnlich der Markoberfläche entlang verästelten. Hin und wieder gelang es mir, wie v. Lenhossék, die Axonen nach der vorderen Kommissur oder gar durch dieselbe in die andere Markhälfte zu verfolgen.

Man trifft diese Zellen, wie die genannten Autoren gezeigt haben, besonders zahlreich in der Nähe des Ligamentum denticulatum und an der Innenseite der Hofmann'schen Kerne; in den Zwischenräumen dieser Ganglienkerne sind sie auch vertreten. Überall zeigen sie denselben Typus (Taf. VII, Fig. 4), d. h. sie schmiegen sich der Oberfläche entlang. Zuweilen schicken sie ihre Dendriten etwas tiefer in die weisse Substanz hinein.

Bekanntlich kommen aber, wie u. A. schon v. Lenhossék gezeigt hat, andere Nervenzellen hier vor, die in der weissen Substanz der Vorderstränge *eingelagert* sind.

Da es mir von Interesse zu sein schien, zu eruiren, wie zahlreich diese Zellen vorkommen und wie sie sich im Flächenbild zeigen, legte ich an einem Hühnerembryo von 9 Tagen tangentiale Schnitte und fand die Zellen in recht dichter Anordnung über die ganze ventrale Oberfläche des Lendenmarkes zerstreut; nach dem Sacral- und Dorsalmark hin nahm ihre Anzahl immer mehr ab, und zuletzt traf man nur vereinzelte solche Zellen.

Dann ging ich zum Studium ihres Verhaltens in *älteren Stadien.* Bei Tauben- und Hühnerjungen von 2—4 Wochen liessen sie sich nach Fixirung in Zenker'scher Flüssigkeit und Färbung in Erythrosin-Toluidin mit Leich-

tigkeit an tangentialen Oberflächenschnitten der Ventralfläche des Lendenmarkes demonstriren. Sie zeigen sich als eine mehr oder weniger zusammenhängende Schicht, ungefähr wie bei den Embryonen. Da sich aber in solchen Präparaten ihre Verästelung nicht eruiren liess, nahm ich die *Methylenblaufärbung* vor. Es gelang mir nun, bei Hühnerjungen von 1—5 Wochen, sowie auch bei Taubenjungen von 2—8 Wochen, eine schöne Färbung dieser ventralen Oberflächenzellen zu erhalten. Man sah sie als multipolare Zellen mit 2—5 Fortsätzen ihre Dendritenverästelungen nach verschiedenen Richtungen über die Oberfläche hinaus schicken. Die Fig. 1 giebt eine Partie eines solchen Präparates wieder. Links sieht man die motorischen Wurzeln angedeutet; um ihre Ausgangsstellen herum schmiegen sich solche multipolare Nervenzellen; und dann auch medialwärts hin, sogar bis an die vordere Fissur, bilden sie eine gewissermassen zusammenhängende Schicht, indem sie sich mit ihren langen, verästelten Dendriten durchkreuzen und ein intricates Geflecht an der Oberfläche des Markes bilden. Hier und da bemerkt man rundliche helle Flecken, die keine Dendriten zeigen; diese Flecken entsprechen offenbar Ausgangsstellen motorischer Wurzelbündel; die Dendritenäste winden sich um sie herum. Die Dendritenäste liegen übrigens in den am besten gelungenen Präparaten noch viel dichter als in der Figur 1 abgebildet worden ist. Wahrscheinlich sind aber manche dieser Dendriten auch Fortsätze der Vorderhornzellen, die ja bekanntlich bis an die Oberfläche des Markes reichen, hier tangential umbiegen und weit verlaufen können. In dieser Weise kommen die beiden Zellenarten in innige Berührung mit einander.

Es ist aber recht schwierig, diese Präparate zu fixiren und dauerhaft zu erhalten. Zwar gelingt es leicht, sie in pikrinsaurem und in molybdensaurem Ammoniak zu fixiren. Sie sind aber wegen der darunter befindlichen Vorderstränge, die sich ohne Zerreissung des Präparates nur bis zu einer gewissen Dicke entfernen lassen, gar zu undurchsichtig und übrigens auch nicht in dieser Weise auf längere Zeit aufzubewahren. Durch die nothwendige Behandlung mit Alkohol löst sich nun leider in grossem Maassstabe die blaue Farbe auf, weil die Extraction des Wassers aus den weissen Strängen eine geraume Zeit in Anspruch nimmt. Indessen ist es mir einige mal gelungen, noch gut gefärbte, sogar wunderschöne Präparate fixirt und in Canadabalsam eingeschlossen zu bekommen, wo sich nicht nur die Anordnung der Zellenkörper, sondern auch die Verbreitung der Dendritenfortsätze in durchsichtigem Zustande gut beobachten lassen.

In solchen Präparaten sieht man nun, dass sich diese Schicht von multipolaren Nervenzellen über die ganze ventrale Oberfläche des Lendenmarkes ausbreitet und mit ihren Dendriten, nebst den Dendriten der Vorderhornzellen, eine beinahe zuzammenhängende, oberflächliche, dicht unter der Pia gelagerte Schicht bildet. Man kann in dieser Schicht die Verbreitung der Dendritenverästelungen einzelner Nervenzellen auf weite Strecken verfolgen. Oft sieht man Zellen, welche ihre Dendritenäste quer über die ganze Breite der einen Hälfte der ventralen Oberfläche des Markes ausdehnen. Die Zellenkörper sind von verschiedener Grösse und Gestalt, bald mehr oval, bald drei-, vier- oder fünfeckig; in ihrem Protoplasma treten sogar bei der Methylenblaufärbung die Holmgren'schen Kanälchen sehr schön hervor.

Die Fig. 2 der Taf. VII stellt bei geringerer Vergrösserung eine Partie der ventralen Fläche des Lendenmarks einer einmonatlichen Taube dar; in der Mitte sieht man die vordere Fissur und zu beiden Seiten von ihr die beiden Rückenmarkshälften mit ventralen oberflächlichen polygonalen Nervenzellen, die mit ihren Dendriten die Fläche in den verschiedensten Richtungen umstricken; die einzelnen Zellen umfassen mit ihren Dendritenverästelungen der Quere nach die ganze betreffende Hälfte des Markes. Dass diese mit Methylenblau nachgewiesenen Zellen den mit Chromsilber gefärbten, in Fig. 4 der Taf. VII abgebildeten entsprechen, ist offenbar. Ebenso scheint es im höchsten Grade wahrscheinlich zu sein, dass diese ventralen Zellen zu demselben System von Nervenzellen gehören, wie die der Hofmann'schen Kerne (Fig. 5) und die in den Zwischenräumen zwischen diesen Kernen an der Rückenmarksoberfläche lateralwärts belegenen Zellen (Fig. 3, 4, links) sind.

Aus Allem geht also hervor, dass am Lendenmark der Vögel nicht nur in der lateralen Zone, sondern auch *über die ganze ventrale Oberfläche* ein System von echt peripher belegenen multipolaren Nervenzellen vorkommt, welche letztere mit ihren Dendritenverästelungen die Markoberfläche umstricken und bedecken. Wahrscheinlich gehören diese Zellen zu demselben Zellensystem wie die der Hofmann'schen Kerne. In meinen Golgipräparaten sehe ich sowohl die ventralen Zellen als die der Hofmann'schen Kerne ihre Axonen nach der vorderen Kommissur schieben und diese durchdringen. Hinsichtlich der von v. Lenhossék beschriebenen Zellen war ja dieses auch der Fall, und durch briefliche Mittheilungen habe ich erfahren, dass auch v. Kölliker derselben Ansicht ist.

Die beiden von v. Lenhossék aufgeworfenen Fragen, ob die *ventralen* Zellen nur *embryonal* oder auch später vorhanden sind, sowie ob sie *konstant* sind oder nur gelegentlich vorkommen, lassen sich nun nach meiner Ansicht

ziemlich definitiv beantworten. Ich fand sie nicht nur bei Embryonen, sondern auch *bei recht weit erwachsenen Jungen* und ferner als *konstante* Bildungen.

Ueber ihre physiologische Bedeutung darf ich bis auf Weiteres keine Ansicht äussern. In morphologischer Beziehung sind sie aber, wegen ihrer so oberflächlichen Lage, sehr eigenthümliche Gebilde. Unbestreitbar ist es das Verdienst von Kölliker's, die Aufmerksamkeit auf dieses merkwürdige System von Nervenzellen gelenkt, die früheren zerstreuten Angaben über sie durch seine Arbeiten aus der Vergessenheit hervorgezogen und durch seine eingehenden und umfassenden Untersuchungen ihre morphologische Natur eruirt zu haben.

Jedenfalls wäre von Interesse, zu erfahren, ob diese Zellenschicht eine den Vögeln im Allgemeinen zukommende Eigenthümlichkeit darstellt, sowie in welcher Ausdehnung sie bei Reptilien und vielleicht auch bei niederen Säugethieren (z. B. den Monotremen) vorkommt.

4.

Weiteres zur Kenntniss der Sinneszellen der Evertebraten.

(Taf. VIII—XII.)

1. Fortgesetzte Untersuchungen über die Sinneszellen der Polychäten.

(Taf. VIII—XI.)

Seit dem Erscheinen meiner Mittheilung »*Zur Kenntniss des sensiblen und des sensorischen Nervensystems der Würmer und Mollusken*» im J. 1900[1]) habe ich hin und wieder und v. A. während eines Aufenthaltes auf der schwed. zoolog. Station Kristineberg in Bohuslän im Aug. 1901, meine Untersuchungen über diesen Gegenstand fortgesetzt, und zwar sowohl mit der eigentlichen Versilberungsmethode als mit der Ehrlich'schen und der Golgi'schen Methode.

Es lag mir dabei in erster Linie ob, zu ermitteln, ob die von mir bei Nereis diversicolor mittelst der Versilberungsmethode entdeckten Verhältnisse auch bei anderen Würmern nachzuweisen sind, d. h. ob hinsichtlich der Vertheilung der Sinneszellen, resp. der Organe derselben, gewisse allgemein geltende Gesetze gefunden werden können. Dann wünschte ich auch zu erfahren, in welcher Ausdehnung dieselbe Methode im Ganzen bei den verschiedenen niederen Thieren anwendbar ist.

Es zeigte sich bald, dass sich die fraglichen Thiere gegen die Versilberungsmethode sehr verschieden verhalten, und zwar nicht nur in der Hinsicht, dass die Färbung bei den einzelnen Individuen derselben Gattung in sehr wechselnder Weise gelingt, sondern auch v. A. darin, dass sie bei verschiedenen Gattungen sehr verschieden ausfällt. Dieses Wechseln der Ergebnisse lässt sich wohl z. Th. dadurch erklären, dass die Cuticula der Thiere von ungleicher Dicke und Durchdringlichkeit ist, und es in Folge dessen schwer fällt, die passende Zeit der Einwirkung der Silberflüssigkeit in jedem Falle zu bestimmen. Es walten aber ausserdem offenbar noch andere Umstände ob, die das Gelingen der Silberfärbung bedingen. Schon bei Nereis diversicolor gelingt die Reaction in recht wechselnder Weise. Bald erhält man gar keine Mosaikzeichnung in der Epidermis, sondern es treten dabei nur die oberen Enden der *Sinnes*zellen, sowohl die isolirt als die gruppenweise angeordneten, als kleine, runde Knöpfe gefärbt hervor. Bald zeigt sich das *Epithel*mosaik *stellenweise* gut gezeichnet; in anderen Fällen wiederum wird dieses Mosaik auf der *ganzen* Körperoberfläche in schönster Weise dargestellt. Es ist mir nun in der That nicht ganz verständlich, weshalb die Reaction gerade bei diesem Thiere, welches doch für die Silberfärbung besonders empfänglich ist, so verschieden ausfällt.

Die anderen von mir hierauf geprüften Arten von *Nereis* sind bei Weitem nicht so leicht färbbar. Zwar bekommt man auch bei ihnen hier und da eine gute Färbung an einzelnen Partieen der Körperoberfläche, welche

[1]) Gustaf Retzius, Biologische Untersuchungen, Neue Folge, Band IX, 1900.

darthun, dass die Anordnung und Vertheilung der Sinneszellen im Ganzen bei ihnen eben so beschaffen sind, wie ich sie bei Nereis diversicoler beschrieben habe, weshalb ich auf diese Verhältnisse hier nicht näher eingehen werde.

Bei der Untersuchung anderer Gattungen von Polychäten fand ich nun, dass die fragliche Anordnung nicht ganz ebenso beschaffen ist, sondern im Gegentheil in mancher Hinsicht wechselt. Dies gilt besonders von der Vertheilung der Sinneszellen an dem Kopfe und v. A. an den Tentakeln und Cirrhen. Als eine allgemein geltende Regel lässt sich aber bei allen den von mir untersuchten Gattungen nachweisen, dass, wie bei Nereis diversicolor, an den sämmtlichen Körpersegmenten — auch dem Kopfsegmente — die Sinneszellen zwischen den Epidermiszellen in *isolirter* Anordnung vertheilt sind; ihre relative Anzahl ist zwar bei den verschiedenen Thiergattungen recht verschieden, indem zuweilen nur ganz vereinzelte Sinneszellen vorkommen, so dass auf jede Epidermiszelle bald etwa nur eine Sinneszelle kommt, bald noch weniger von ihnen vorhanden sind, in anderen Fällen aber auch 2—5—7 Sinneszellen je eine Epidermiszelle umgeben können. An den Parapodien ist die Anordnung von derselben Beschaffenheit; hier ist jedoch gewöhnlich die Anzahl der Sinneszellen zahlreicher vorhanden; an den Körpercirrhen und den ähnlichen Anhängseln trifft man bald zusammengesetzte Sinneszellenorgane, bald nur isolirte Sinneszellen.

Auf dem Kopfsegmente fand ich die von mir bei Nereis diversicolor beschriebenen Organe und Sinneszellengruppen auch bei anderen Nereiden, aber im Allgemeinen nicht bei den übrigen von mir untersuchten Polychäten, sondern nur *isolirte* Sinneszellen. Dieses ist z. B. der Fall sowohl bei *Nephthys* als bei *Glycera;* bei *Arenicola, Eumenia* und den mit ihnen verwandten Gattungen, bei denen indessen die Versilberung der Körperoberfläche nur sehr schwer und nur stellenweise gelingt, sah ich überall auch nur isolirte Sinneszellen.

Nachdem ich diese Erfahrungen gewonnen hatte, lag es mir ob, zu eruiren, ob vielleicht andere compensirende Einrichtungen vorkommen, welche die fraglichen complicirteren Organe der Nereiden vertreten oder ersetzen können. In dieser Beziehung bildet die *Mundöffnung* und der *Schlund,* resp. mit dem Geschmacksorgan (oder vielleicht dem Geruchsorgan), eine besonders wichtige Partie. Dieser Theil ist bei den Polychäten im Allgemeinen stark ausgebildet, bei einigen mehr, bei anderen weniger. Der Schlund ist nicht nur oft von bedeutender Grösse und sehr muskulös, sondern er besitzt noch dazu, ausser einer Bewaffnung mit harten Hornzähnen, Anhängsel verschiedener Art, bald in der Gestalt von rundlichen oder verlängerten Schleimhautfalten, bald von Papillen oder tentakelähnlichen Organen verschiedener Art. Die Mundöffnung und der Schlund sind bekanntlich auch sehr oft in wechselndem Grade als eine Proboscis ausstülpbar; bei den Glyceriden ist die Entwicklung dieser Partie noch weiter gediehen, indem ein verhältnissmässig grosser, zuweilen sogar sehr grosser, Ausstülpungsconus vorkommt, dessen Aussenfläche mit einer Unzahl von papillären Anhängseln versehen ist.

Es lag mir nun ob, mit den genannten Methoden zu eruiren, wie diese Theile mit ihren Anhängseln in sensibler, resp. sensitorischer Hinsicht innervirt sind, und v. A. wie sich die eigentlichen Sinneszellen in denselben verhalten.

Diese Fragen sind in späterer Zeit von einigen Forschern hinsichtlich der *Aussenfläche* der Proboscis behandelt worden. So hat Jourdan[1]) im J. 1891 in den Papillen der Proboscis der *Glyceriden* spindelförmige Sinneszellen beschrieben, welche zu 3 oder 4 in der Mittelachse der Papillen liegen und an deren Spitze mit einer porenförmigen Oeffnung in Verbindung stehen. In der *Mundhöhle* und dem *Pharynx* von *Nereis diversicolor* sah ich[2]) (1892) bipolare Sinneszellen derselben Art wie die der Körperoberfläche. Gravier[3]) wollte an der Proboscis der *Glyceriden* sogar »augenähnliche» Organe wahrgenommen haben. Bei zwei Maldaniden sah Lewis[4]) in den longitudinalen Riffen der *Proboscis* die Sinneszellen in zahlreichen Gruppen angeordnet, und zwar c:a 12 solche bipolare Zellen in jeder Gruppe oder in jedem Sinnesorgan. V. A. aber hat Wallengren[5]) in einer im J. 1901 erschienenen, vortrefflichen Arbeit die Anordnung der Sinneszellen und im Ganzen der Nervenendigungen in der *Proboscis* von mehreren Polychäten *(Phyllodoce maculata,* verschiedenen *Nephthys*-Arten, *Glycera capitata, alba* und *Goesii* ebenso wie *Goniada maculata)* in eingehender Weise vermittelst der vitalen Methylenblaumethode eruirt. Seine Untersuchungen waren schon im J. 1897 ausgeführt, kamen aber erst im vorigen Jahre zur Veröffentlichung.

---

[1]) E. Jourdan, *L'innervation de la trompe des Glycères,* Compt. Rend. d. Séanc. de l'Acad. d. Sc. Paris, T. 112, 1891.

[2]) Gustaf Retzius, *Das sensible Nervensystem d. Polychäten,* Biol. Unt., N. F., Bd 4, 1892.

[3]) Ch. Gravier, *Sur le système proboscidien des Glycériens.* Compt. Rend. d. Séanc. de l'Acad. d. Sc. Paris T. 126, 1898.

[4]) Marg. Lewis, *Studies on the central and peripheral nervous system of the polychœtous Annelids.* Proc. of the Americ. Acad. o. Arts. a. Sc. Boston. Vol. 33.

[5]) Hans Wallengren, *Zur Kenntniss des peripheren Nervensystems der Proboscis bei den Polychäten.* Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft. Bd 36. 1901.

Da ich unten mehrmals auf seine Ergebnisse zurückkomme, werde ich hier nur die Hauptpunkte derselben anführen. Bei den von ihm untersuchten Polychäten liegen an der *Proboscis* die Sinneszellen in den Papillen, niemals zwischen denselben. Bei Nephthys und Phyllodoce sind sie radiär geordnet und nicht in multicellulären Organen gesammelt, während bei Glycera und Goniada solche Sinnesorgane vorhanden sind; die Sinneszellen durchsetzen die Cuticula und sind mit Sicherheit bei Glycera, vielleicht auch bei den anderen Polychäten, pinselförmig entfasert.

Schliesslich habe ich in der allerletzten Zeit durch gütige Zusendung von meinem Freunde Prof. E. L. Mark in Harvard College noch eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit über diesen Gegenstand erhalten. In derselben hat Adèle Oppenheimer[1]) die auch mittelst der Methylenblaufärbung untersuchten Sinnesorgane in den Papillen der Proboscis eines Polychäten (Rhynchobolus dibranchiatus) beschrieben. In den Papillen, welche gut differenzirte Sinnesorgane darstellen, fand sie je 2—3 spindelförmige Zellen, die entweder unter der verdünnten Cuticula oder wahrscheinlicher an der Spitze der Papillen endigen und am proximalen Ende allmählig in eine feine Nervenfaser übergehen; diese Fasern vereinigen sich mit den achtzehn Längsnerven der Proboscis; es finden sich in den Papillen je zwei basale Nuclei, die wahrscheinlich Deckzellen angehören.

Aus diesen geschichtlichen Angaben geht hervor, dass zwar die *Proboscis*, d. h. die Aussenfläche derselben von den genannten Autoren behandelt worden ist, nicht aber die Mundhöhle und der Schlund. Das Ziel dieser meiner Untersuchung war nun, sowohl diese letzteren Theile als die Aussenfläche der Proboscis zu behandeln.

Bei *Nereis diversicolor* habe ich, wie oben erwähnt, schon früher die Sinneszellen des Schlundes als isolirte bipolare Zellen beschrieben, deren peripheres Ende zwischen den eigentlichen Epithelzellen nach der Oberfläche der Schleimhaut zieht.

Mittelst der Versilberungsmethode habe ich nun diese Frage genauer studirt und überall vom Mundrande bis zum Anfang des eigentlichen Darmes nur solche *isolirte* Sinneszellen im Epithelmosaik nachweisen können. Auf der Taf. VIII habe ich in den Fig. 1—4 einige kleine Partieen von diesem Mosaik abgebildet, und zwar von verschiedenen Regionen des Schlundes. Fig. 1 stellt also eine Partie der ebenen Epitheloberfläche dar, die sich gleich hinter den grossen Zähnen findet; nach hinten von dieser Region sind rundliche Schleimhauterhebungen oder Falten vorhanden; Fig. 2 giebt einen Theil einer solchen Falte wieder; hinter diesen Falten sind längliche, parallel und sagittal angeordnete Falten zu finden, an welchen zwar vereinzelte, aber sehr spärliche Sinneszellen vorkommen (Fig. 3), und nach hinten von diesen länglichen sind wieder rundliche Falten vorhanden, an denen die Sinneszellen häufiger, aber doch nicht reichlich sind (Fig. 4). In dem Darmepithel (Fig. 5) konnte ich, was wohl auch a priori verständlich ist, keine sicheren Sinneszellen nachweisen; doch sah ich hier und da Gruppen von dunkleren kleinen Feldern, deren Bedeutung ich nicht zu eruiren vermochte.

Mit der Methylenblaumethode machte ich nun Controllversuche und fand Verhältnisse, welche die durch die Versilberung erreichten vollständig bestätigten. Auf der Taf. XI ist in der Fig. 2 eine Partie der ersten Region rundlicher Schleimhautfalten wiedergegeben worden; in den sieben Falten, sowohl den grösseren als den kleineren, erkennt man eine grosse Anzahl bipolarer Sinneszellen, deren periphere knopfförmige Enden, ganz wie in den Silberpräparaten, in isolirter Anordnung die Oberfläche erreichen. In den verschiedenen Theilen des Schlundes von Nereis diversicolor sind also offenbar keine zusammengesetzten Sinneszellengruppen oder Organe vorhanden, sondern nur isolirte Sinneszellen in wechselnder Anzahl.

Wenn ich nun aber mit diesen Verhältnissen diejenigen von *Nephthys* vergleiche, so finde ich eine ganz andere Anordnung. Bei den Nephthyiden traf ich an den *Körpersegmenten, auch an dem des Kopfes,* ebenso wie an *den Parapodien, nur isolirte Sinneszellen;* die Fig. 2, 3 und 4 der Taf. X zeigen kleine Partieen der versilberten Körperoberfläche (Fig. 2 von einem Körpersegment, Fig. 4 von einem Parapodium, Fig. 3 von der dorsalen Kopfoberfläche); eigenthümlicher Weise stehen die peripheren Enden der Sinneszellen in der Regel zu zweien gruppirt, aber doch von einander stets etwas entfernt. Im Ganzen sind sie auch recht spärlich vorhanden. An den langen Körpercirrhen sah ich zwei der Länge nach verlaufende, von einander getrennte Reihen von schmalen Zellenfeldern, welche sich dunkler färbten; diese Felder könnten vielleicht zusammengesetzten Sinneszellenfeldern entsprechen, es gelang mir aber nie, die Gruppen der Sinneszellenenden gefärbt zu sehen. Die Nephthyiden haben im Ganzen keine oder nur ganz schwach ausgebildete Cirrhen und Antennen. Wenn man aber die lebenden Thiere beobachtet, bemerkt man bald, dass sie hin und wieder ihren grossen Schlundapparat als eine Proboscis

[1]) Adele Oppenheimer, *Certain Sense Organs of the Proboscis of the Polychætous Annelid Rhynchobolus dibranchiatus.* Proceed. of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. 37, N:o 21, 1902.

ausstülpen, und am vorderen Rande desselben sieht man dann einen dichten Kranz von conischen Papillen oder Tentakeln hervorragen; hinter diesem Tentakelkranze findet sich an der äusseren Fläche des ausgestülpten Schlundapparates eine reichliche Anzahl stets kleinerer, conischer Papillen in zerstreuter Anordnung. Nach der Versilberung dieser Fläche erkennt man, dass sowohl an den grösseren als den kleineren Papillen eine grosse Anzahl *isolirter* Sinneszellen vorhanden sind. Die Fig. 1 der Taf. X giebt einige solche Papillen wieder, an denen die Sinneszellenenden, aber nicht die Felder des Epidermismosaiks, gefärbt sind.

Mittelst der Methylenblaumethode wird nun dieses Verhältniss vollständig bestätigt. Man bekommt nämlich hierdurch, wie es Wallengren beschrieben und abgebildet hat, in allen Papillen, sowohl den grösseren, die Mundöffung umkränzenden, als in den kleineren an der Aussenfläche des ausgestülpten Schlundapparates (der Proboscis) eine ganze Menge von solchen *isolirten* bipolaren Sinneszellen blaugefärbt. In der Fig. 1 der Taf. XI habe ich zwei der grösseren Kranzpapillen wiedergegeben.

Wenn man nun aber bei der Versilberung den Schlund der Länge nach aufschneidet, so bekommt man zu seiner Ueberraschung ein ganz anderes Bild. Die ganze innere Oberfläche des grossen Schlundes ist wie von punktirten Gruppen übersäet, welche in dem dichten Epithelmosaik in schöner Anordnung zerstreut liegen. Dicht hinter dem eben beschriebenen Papillenkranze der Mundöffnung zeigt sich eine Anzahl grösserer rundlicher Körnergruppen, welche sich bei näherer Untersuchung als *zusammengesetzte Sinneszellenorgane* erweisen. Und in der That ist die ganze Innenfläche des Schlundes mit solchen Organen besetzt, die jedoch von verschiedener Grösse sind. Von der Mundöffnung her, hinter welcher sich die erwähnten grösseren Organe finden, laufen nach hinten hin in bestimmter Entfernung von einander einige Längsreihen von grösseren Organen; zwischen ihnen stehen äusserst zahlreiche kleinere, welche nur wenige, 2, 3 oder vier Sinneszellen enthalten. In der Fig. 5 der Taf. X habe ich eine kleine Partie der Innenfläche des Schlundes wiedergegeben; man sieht hier ein Band von grösseren Organen und beiderseits von ihm eine Anzahl kleinere, welche alle von dem Epithelmosaik getrennt sind, in dem keine isolirte Sinneszellenenden sichtbar sind. Mit der Methylenblaumethode gelang es mir zwar nur hier und da, die Zellen dieser Sinnesorgane gefärbt zu erhalten, aber hinreichend gut, um die Natur derselben zu bestätigen. Die Silberbilder sind übrigens schon an sich so charakteristisch, dass sie ganz beweiskräftig sind.

Bei Nephthys herrschen also hinsichtlich der Anordnung der Sinneszellen ganz andere Verhältnisse als bei Nereis.

Unter den Polychäten giebt es nun eine Gruppe, welche sich durch einen noch mehr ausgebildeten ausstülpbaren Schlundapparat oder eine Proboscis auszeichnet, die *Glyceriden*. Der fragliche Apparat ist aber bei den verschiedenen Genera derselben recht verschieden entwickelt. Bei Goniada ist er verhältnissmässig kleiner, bei Glycera weit grösser. Ich fange mit der Darstellung der vorigen Gattung an.

Bei *Goniada* findet man also nach der Versilberung der Körperoberfläche, sowohl an den Segmenten als an deren Anhängseln, nur *isolirte* Sinneszellen, welche im Ganzen sehr dicht stehen; auch am schnabelförmigen Prostomium sah ich nur isolirt angeordnete Sinneszellen; an den vier Anhängseln desselben gelang es mir jedoch nie, eine deutliche Silberreaction zu bekommen. An der Aussenfläche des ausgestülpten Schlundapparates zeichnet nun die Silberfärbung (Taf. VIII, Fig. 12 c) eine Anzahl zerstreuter, punktförmiger Figuren, die alle von einer rundlichen Scheibe umgeben sind; zwischen diesen etwas erhabenen Scheiben findet man das Epithelmosaik in polygonalen Feldern. Alles deutet darauf hin, dass jeder dunkle Punkt oder Knopf dem peripheren Ende einer Sinneszelle entspricht. Die Mythylenblaumethode giebt in schöner Weise die Erklärung der fraglichen Verhältnisse. Wie es Wallengren genau beschrieben und abgebildet hat, sind die Sinneszellen zu Gruppen gesammelt, und in jeder Papille findet sich eine solche Gruppe von 3—5 bipolaren Zellen, deren periphere Enden durch feine Löcher in die oberflächliche Scheibe ragen, während die centralen Enden der Zellen in je eine feine Nervenfaser auslaufen und centralwärts ziehen (Taf. IX, Fig. 1 und 2). Nahe dem vorderen Ende der Proboscis sah ich aber noch, sowohl mit der Versilberungs- (Taf. VIII, Fig. 12) als mit der Methylenblaumethode einzelne isolirte Sinneszellen *(b)* und nach vorn davon an dem Kranze rundlicher Anhängsel der Mundöffnung je eine schief gerichtete Reihe von wahren Papillen *(a)*.

Bei den von mir untersuchten Arten von *Glycera*, nämlich Gl. *alba* und *Goesii*, gelang es mir nur hin und wieder mittelst der Versilberungsmethode die Grenzen der Epithelzellen an der Aussenfläche der Proboscis zu färben. In einigen Fällen gelang es mir aber gut. Es erwies sich das Epithelmosaik sehr eigenthümlich, indem es aus sehr grossen, langen, an beiden Enden zugespitzten Feldern besteht, welche reihenweise an einander geordnet sind und in einander greifen. Die Fig. 10 der Taf. VIII giebt eine kleine Partie einer solchen Oberfläche

wieder. Hier und da erhebt sich aus diesem Mosaik ein etwas abgeplatteter Zapfen, an dessen beiden Seitenrändern je eine Zellengrenze sichtbar ist (dies. Fig. bei *p*). Es sind dies die bekannten langen eigenthümlichen Papillen der Proboscis, die also von nur zwei langen abgeflachten Epithelzellen bedeckt sind, welche an den Papillenrändern zusammenstossen. Am äusseren Ende der Papillen, d. h. nahe an ihren Spitzen, erkennt man einen schwarz gefärbten Fleck, der offenbar eine Ausmündungsstelle von Sinneszellen darstellt. In dem übrigen beschriebenen Epithelmosaik sah ich keine Enden von Sinneszellen.

Mit dieser durch die Versilberung gewonnenen Anschauung stimmen die Methylenblaubilder gut überein. Wie Jourdan und Wallengren, und zwar der letztere Forscher auch mit der Methylenblaumethode, gezeigt haben, sind an der Proboscis der Glyceriden die Sinneszellen in den Papillen belegen; in der übrigen Epithelbekleidung sind keine solchen Zellen zu finden. In den Papillen sind ausserdem auch indifferente Epithelzellen vorhanden. An der Oberfläche der Papillenspitze ist die Cuticula verdünnt und mit runden Poren für die peripheren Enden der Sinneszellen versehen.

Bekanntlich ist die Form der Papillen bei verschiedenen Arten verschieden. Bei Glycera Goësii ist sie taschenförmig und abgeplattet, bei Glycera alba von einer mehr ausgezogenen, eigenthümlichen Art, v. A. ist das periphere Ende mit seiner schief abgestutzten Endfläche und seiner Spitze sehr charakteristisch; ausserdem kommt aber bei der letzteren Art eine beschränkte Anzahl kleinerer taschenförmiger Papillen vor. Bei Gl. Goësii sind die Papillen von verschiedener Breite und Grösse.

In allen diesen Papillen, sowohl denen von Gl. Goësii als denen von Gl. alba, bekommt man nun nach gut gelungener Methylenfärbung die in denselben befindlichen Sinneszellen. Sie zeigen im Allgemeinen eben dieselbe Form wie die von mir früher beschriebenen Sinneszellen der Haut und v. A. der Antennen und Palpen anderer Polychäten, d. h. sie sind bipolar mit einem spindelförmigen, den ovalen Kern enthaltenden Zellkörper und zwei Fortsätzen, von denen der eine, der periphere oder distale, sich in der Regel bald sehr verjüngt und nach seinem erwähnten Porus in der Cuticula läuft, der centrale oder proximale als eine noch feinere Faser durch die Basis der Papille hinaustritt und in die unteren Nervenplexus einläuft, um weiter centralwärts zu ziehen. Von diesen Sinneszellen findet man in jeder Papille bald nur eine, bald zwei oder drei gefärbt, indem sie sich in Folge der elektiven Färbungsnatur der Methode in verschiedener Anzahl tingiren. In der Regel sind jedenfalls 2—3, zuweilen (bei Gl. Goësii) sogar vier solche Zellen in jeder Papille vorhanden. Bei Gl. alba habe ich, wie Wallengren, nur je zwei angetroffen. Wallengren hat von ihnen schon einige charakteristische Exemplare abgebildet und dieselben im Uebrigen gut beschrieben, so dass ich mich darauf beschränke, noch eine Auswahl meiner Figuren von ihnen mitzutheilen. In den Fig. 7—25 der Taf. IX sind von der Glycera Goësii und in den Fig. 5 und 6 ders. Tafel von Glycera alba eine Anzahl solcher Zellen abgebildet.

Das letzte Ende des peripheren Fortsatzes verhält sich sehr verschieden; bald ist es einfach, knopfförmig, bald dichotomisch verästelt und mit je einem Knopf an den beiden Aesten; bald scheint es sich in mehrere Endzweige aufzulösen, von denen jeder knopfförmig endet und in je einen Porus der Cuticula hineintritt. Der centrale Fortsatz verläuft von den einzelnen Zellen bald einzeln für sich, bald schliesst er sich den entsprechenden Fortsätzen der anderen Zellen eng an, wobei es sehr schwer ist, jeden einzelnen Fortsatz zu verfolgen, indem sie als nur eine Faser imponiren. Dasselbe trifft nun auch ein, wenn die Fortsätze den Zweig des Nervenplexus erreicht haben und sich den Fasern desselben anschliessen. In Folge dessen erhält es in den Präparaten oft den Anschein, als ob sich der centrale Fortsatz der Sinneszellen dichotomisch theile und die beiden Aeste nach diametral entgegengesetzten Richtungen verlaufen (Taf. IX, Fig. 5). In der That hat Wallengren die Verhältnisse in dieser Weise aufgefasst, indem er sie stets T-theilen lässt. Ich habe mich sicher davon überzeugt, dass jedenfalls bei vielen dieser Sinneszellen der centrale Fortsatz unverästelt centralwärts verläuft; ob aber dieses Verhalten konstant ist oder die Sache sich zuweilen so verhält, wie Wallengren beschreibt, lässt sich kaum eruiren, da, wie ich eben hervorgehoben habe, die Fortsätze der einzelnen Zellen sich den vorbeistreichenden Fasern des Nervenplexus so innig anfügen können, dass es wie eine T-förmige Theilung des Fortsatzes imponirt. Ich habe auch oft in den Präparaten solche Stellen beobachtet, in denen es ganz unmöglich war zu ermitteln, ob eine Theilung oder nur ein Anschliessen der Fasern vorhanden war. Hin und wieder kommt es, wie Wallengren bemerkt hat, vor, dass der kernhaltige Körper der Sinneszellen nicht in der Papille selbst liegt, sondern mehr oder weniger weit unter dem Fusse derselben (Fig. 19 der Taf. IX).

Ausser diesen typischen, echt bipolaren Sinneszellen bekommt man in den Methylenpräparaten hin und wieder andere Zellen von abweichender Form. Jourdan und Wallengren haben gezeigt, dass um die Sinneszellen

indifferente Epithelzellen vorhanden sind. Diese zeichnen sich besonders dadurch aus, dass sie dicker sind, und zwar sowohl in ihrem peripheren als in ihrem centralen Theile. In den Fig. 18 und 19 der Taf. IX sind einige solche Zellen in Papillen von Glycera Goësii abgebildet; es ist, wie Wallengren hervorgehoben hat, eigenthümlich, dass die centralen Fortsätze eine Strecke weit sogar tief unter ihren Papillen ziehen; durch ihre Stärke und ihr steifes Aussehen unterscheiden sie sich von den centralen Fortsätzen der Sinneszellen. Ferner kommen aber auch Zellen vor, über deren Natur man zweifelhaft wird. Es sind dies Zellen mit dickerem Zellkörper und stark verzweigtem peripherem Ende. In den Fig. 20—23, 25 der Taf. IX sind mehrere solche Zellen in Papillen von Glycera Goësii abgebildet; da der centrale Fortsatz dieser Zellen oft recht dick ist, so ist es am wahrscheinlichsten, dass diese Zellenart der der indifferenten Epithelzellen angehört; hin und wieder trifft man aber auch Zellen dieser Form, welche einen dünnen centralen Fortsatz besitzen, der dem Fortsatz der Sinneszellen sehr ähnlich ist (Fig. 20, 22 der Taf. IX); in solchen Fällen ist man nicht selten zweifelhaft, welche Art von Zellen man vor sich hat; es ist nämlich nicht unmöglich, dass bei den Sinneszellen das periphere Ende noch viel mehr verzweigt sein kann als gewöhnlich, und dass die verschiedenen Aeste die Oberfläche der Papille an getrennten Stellen erreichen. Derartige Zellen habe ich besonders in den kleineren Papillen bei Glycera Goësii angetroffen; ebenso fand ich ähnliche Zellen in den kleinen Papillen, die an der Proboscis der Glycera alba weit vorn vorhanden sind; sie sind verschiedener Gestalt, ähneln bald mehr den typischen Sinneszellen, bald mehr den indifferenten Epithelzellen (Fig. 6, a, b, c der Taf. IX).

Ich gehe jetzt zu der Beschreibung der Verhältnisse an der *Innenfläche des Schlundes* bei den Glyceriden über, die meines Wissens bisher nicht eruirt worden sind.

Weit vorn trifft man hier, dicht hinter den Zähnen (bei ausgestülpter Proboscis), rundliche Erhebungen der Schleimhaut, an denen die Versilberung je eine grosse Gruppe *isolirter* Sinneszellenenden ankündigt; die Fig. 11 der Taf. VIII zeigt die Oberfläche einer solchen Erhabenheit, in deren Epithelmosaik die dunklen runden Körner den peripheren Enden der Sinneszellen entsprechen; wie man sieht, sitzen sie in dicht gedrängter Anordnung an der höchsten Wölbung der Erhabenheit. Die Methylenblaufärbung bestätigt nun dieses Verhältniss in ganz unzweideutiger Weise. Die Fig. 3 der Taf. IX zeigt eine solche Erhabenheit von der Seite und die Fig. 4 zwei derselben von oben. Man sieht die bipolaren Sinneszellen (in durchsichtiger Darstellung) mit ihren peripheren und centralen Fortsätzen.

Im Schlunde der Glyceriden kommen in der That nur *isolirte* Sinneszellen vor, obwohl sie hier zu Gruppen angeordnet und an bestimmten Lokalitäten angesammelt sind.

Da es von besonderem Interesse ist, zu erfahren, wie sich bei den Glyceriden die Sinneszellen an der übrigen Körperoberfläche verhalten, werde ich im Zusammenhang hiermit diese Verhältnisse in kurzen Zügen berühren. Im Ganzen habe ich *in der übrigen Körperhaut nur isolirte Sinneszellen* angetroffen; sie sind aber in verschieden starker Menge und Dichtigkeit vorhanden. Am *Prostomium* (Taf. VIII, Fig. 6) sind sie dicht gruppirt, so dass man in der Regel 5—6 solche Zellenenden in der Umgebung jeder relativ kleinen gewöhnlichen Epithelzellfläche findet. An der *Dorsalseite der vorderen Segmente* (Fig. 8) stehen sie zwar auch dicht, so dass man 9—15 Sinneszellenenden in der Umgebung jeder Epithelzelle zählen kann; da aber diese letzteren Zellen viel grösser als am Prostomium sind, so fällt im Ganzen in den beiden Regionen die Anzahl der Sinneszellen nicht besonders verschieden aus. An der Ventralfläche der Körpersegmente und im Allgemeinen an den hinteren Segmenten des Thieres sind dagegen die Sinneszellen spärlicher vorhanden. An den *Parapodien* (Fig. 7 der Taf. VIII) trifft man sie auch spärlicher (6—9 rings um jede, recht grosse Epithelzelle). Am allerdichtesten findet man sie aber an den *Cirrhen* der Körpersegmente; hier sind sie so dicht angeordnet, dass sie gleichsam perlschnurartig um jede Epithelzelle einen Krantz bilden. Die Fig. 9 der Taf. VIII giebt eine gute Auffassung dieser Anordnung.

Bei den Glyceriden sind demnach die Sinneszellen im Allgemeinen in *isolirter* Anordnung vorhanden; nur an der Aussenfläche der *Proboscis* trifft man sie in den Papillen zu Gruppen von zwei oder mehr zusammengestellt und also eine Art von Organen bildend.

Wenn man nun diese Verhältnisse mit den bei anderen Polychäten, namentlich den von mir in dieser Beziehung näher untersuchten *Nereiden* und *Nephthyiden* vergleicht, so findet man den bemerkenswerthen Umstand, dass diese Familien an dem grössten Theil der Körperoberfläche, und zwar vor Allem an den eigentlichen Körpersegmenten sowie in dem Schlunde, *nur isolirte* Sinneszellen haben, und dass bei allen drei gewisse bestimmte Stellen zusammengesetzte Organe tragen, indem bei den *Nereiden* die Antennen, die Aussenglieder der Palpen und die Cirrhen der Kopf- und Körpersegmente, bei den *Nephthyiden* nur der Schlund, bei den *Glyceriden* nur die Aussen-

fläche der Proboscis solche Organe zeigen. Namentlich die von mir nachgewiesenen Verhältnisse bei Nereis diversicolor deuten offenbar darauf hin, dass die zusammengesetzten Organe eine specifische, höhere sensorische Bedeutung haben. Dies stimmt nun auch recht gut mit dem Verhalten der vorstülpbaren, papillentragenden Proboscis der Glyceriden überein; wenn man die lebenden Glyceræ beobachtet, bemerkt man bald, dass die Thiere hin und wieder ihre Proboscis als eine Art Tastorgan vor sich ausstülpen; vielleicht steht sie auch im Dienste des Geschmacks oder Geruchs, um essbare Substanzen aufzusuchen. Bei den *Nephthyiden* trifft man die zusammengesetzten Organe einzig und allein an der Innenfläche des ebenfalls ausstülpbaren Schlundes, wo sie wohl sicher im Dienste des Geschmacks stehen. Das Eigenthümlichste bei dieser ganzen Geschichte ist indessen das Wechseln des Ortes der zusammengesetzten Organe bei den verschiedenen Familien der Polychäten, so dass bald die Antennen und Cirrhen, bald die Proboscis, bald die Innenfläche des Schlundes der Sitz dieser Organe ist. Dieses Vicariiren ist bemerkenswerth. Wahrscheinlich werden fortgesetzte Untersuchungen bei anderen Gattungen in dieser Beziehung noch manche eigenthümliche Verhältnisse nachweisen können.

2. Die Sinneszellen der Turbellarien.

Von den übrigen Klassen und Ordnungen der Würmer habe ich diesmal die Turbellarien auf das Verhalten der Sinneszellen untersucht. Es war von vornherein anzunehmen, dass die Versilberung dieser Thiere recht grosse Schwierigkeiten darbieten dürfte. In der That war dieses auch der Fall. Die Thiere zogen sich sogleich stark zusammen und umgaben sich mit einem Mantel von Schleim, durch den die Silberflüssigkeit nicht dringen konnte. Indessen gelang es mir doch, eine Methode zu finden, durch welche die Thiere in ausgestrecktem Zustande schnell getödtet wurden und die Versilberung nachher erfolgen konnte. Es war dies die plötzliche Behandlung mit Formol. In dieser Weise erhielt ich eine Anzahl schöner versilberter Präparate sowohl von *Prostecereus* als von anderen Salzwasserturbellarien.

An allen diesen zeigte es sich nun, dass die ganze versilberte Körperoberfläche von dicht gestellten, scharfen, dunklen, rundlichen Punkten übersäet ist, welche zwischen den polygonalen Feldern der Epithelzellenfelder liegen. In der Fig. 7 der Taf. X habe ich eine Partie der Dorsalseite, ungefähr aus der Mitte derselben abgebildet. In den Grenzlinien der polygonalen Epithelzellen sieht man zwei Arten von runden Gebilden, von denen die grösseren offenbar den Mündungen der Schleimzellen, die kleineren den peripheren Enden der Sinneszellen entsprechen. In derselben Weise verhielt sich die ganze Körperoberfläche, sowohl die dorsale als die ventrale, obschon an der letzteren die Sinneszellenpunkte spärlicher waren. An dem zugespitzten Vorderende der Thiere ist das Epithelmosaik kleiner, und die Sinneszellenpünktchen sind auffallend dichter, wogegen die Schleimzellenöffnungen zu fehlen scheinen. Die Fig. 6 der Taf. X giebt bei derselben Vergrösserung eine Partie dieser Gegend wieder.

Bei diesen Würmern sind also nur *isolirte* Sinneszellen vorhanden; zusammengesetzte Organe von solchen konnte ich nicht finden.

3. Die Anordnung der Sinneszellen bei den Nemertinen.

Auch bei den Nemertinen gelang es mir in derselben Weise, wie bei den Turbellarien, hin und wieder die Körperoberfläche zu versilbern, und ich fand dann ein Mosaik kleiner polygonaler Felder, in deren Winkeln rundliche Punkte zweierlei Art vorhanden sind, theils ganz kleine, theils grössere, welche als Ringe erscheinen. Ich deute die ersteren, die kleinen, als die peripheren Enden von Sinneszellen, die letzteren als Enden von Schleimzellen. Die Fig. 8 der Taf. X giebt eine kleine Partie einer solchen versilberten Körperoberfläche wieder. Es gelang mir indessen, weder mit der Golgi'schen noch mit der Ehrlich'schen Methode die fraglichen Sinneszellen zu färben. Die Sinneszellen sind also auch bei den Nemertinen in isolirter Anordnung vorhanden. Zusammengesetzte Organe sah ich nicht.

4. Die Anordnung der Sinneszellen bei den Actinien.

Bekanntlich haben die Gebrüder Hertwig schon im J. 1879 in der Haut der Actinien das Vorhandensein zahlreicher feiner bipolarer Sinneszellen nachgewiesen, und andere Forscher haben diesen Befund bestätigt. Im vorigen Jahre gelang es J. Havet[1]) mittelst der Golgischen Methode u. A. solche Sinneszellen in der Haut zu färben. Im vorigen sowohl wie in diesem Sommer versuchte ich, die Körperoberfläche der Actinien mit der gewöhnlichen Silberlösung zu färben, aber ohne Erfolg. Dagegen gelang es mir, durch die Anwendung der Golgi'schen Methode hier und da ein feines Mosaik gefärbt zu erhalten. Die Fig. 9 der Taf. X giebt eine kleine Partie desselben wieder, und hier sieht man in der That in den Ecken der Epithelzellen dunkle feine Punkte, die offenbar den peripheren Enden der Sinneszellen entsprechen. Diese Thatsache wird nun auch durch die Verticalschnitte der mit Golgi behandelten Körperhaut bestätigt. Man bekommt nämlich, wie Havet in mehreren seiner Figuren gezeigt hat, die feinen bipolaren Sinneszellen ganz schön gefärbt. Die Fig. 10 der Taf. X giebt eine Partie eines solchen Verticalschnitts wieder. Ausser ein paar gefärbten gewöhnlichen Epidermiszellen sieht man eine Reihe bipolarer Zellen, deren zugespitztes peripheres Ende die Körperoberfläche erreicht, deren unteres, centrales Ende in eine lange sehr feine, zuweilen varicöse Faser nach unten hin läuft. Offenbar stellen diese Zellen die Hertwig'schen Sinneszellen der Haut in gefärbtem Zustande dar. Auch bei den Actinien sah ich nur isolirt angeordnete, nie zu Gruppen oder Organen zusammengestellte Sinneszellen.

5. Versilberungsversuche an den Appendicularien.

Unter den übrigen niederen Thierformen, bei denen ich die Versilberungsmethode versuchte, werde ich diesmal nur die *Appendicularien* kurz besprechen. Bei diesen gelingt die Versilberung oft sehr gut. Man bekommt, vor Allem am Schwanze, ein schönes Mosaik polygonaler Felder, die aber die eigenthümliche Beschaffenheit zeigen, dass sie längs der Mittelachse beider Flächen sehr gross und gegen die beiden Ränder und die Spitze hin sehr klein sind. Die grossen Epidermiszellenfelder befinden sich über der Muskelregion, an welcher man auch die bekannten zackigen Querlinien erkennt. Die Fig. 2 stellt die obere Partie und die Fig. 3 das distale Ende der Schwanzregion einer versilberten Appendicularia (Oikopleura) dar. In diesem Mosaik gelang es mir *nie,* Sinneszellenenden zu entdecken.

Auch am eigentlichen Körper dieser Thiere erhält man zuweilen eine schöne Silberfärbung. In der Fig. 2 ist eine Partie desselben und in Fig. 1 das ganze Körperstück in gefärbtem Zustande abgebildet. Man erkennt das schöne Epidermismosaik mit seinen grösseren und kleineren Feldern; aber auch hier gelang es mir nie, periphere Enden von Sinneszellen wahrzunehmen. Ungeachtet dieser negativen Befunde habe ich doch diese Mittheilung samt den Figuren gebracht, da nach meiner Ansicht auch das Fehlen solcher Zellen von Interesse ist. Es ist aber möglich, dass durch erneuerte Untersuchungen, vor Allem in der Nähe der Oeffnungen, einzelne Stellen entdeckt werden können, wo Sinnesorgane zu finden sind; mir gelang es nicht solche anzutreffen. Ebenso wenig gelang es mir, die Innenfläche des Körpers zu färben.

Im Zusammenhang hiermit will ich hier nur kurz erwähnen, dass ich bei einigen anderen Thierformen zwar ein schönes Epidermismosaik, aber keine Sinneszellenenden in demselben, erhielt. Dies ist vor Allem bei den *Bryozoen* der Fall. Bei *Cristatella* gelang die Silberfärbung ausserordentlich schön; Sinneszellen konnte ich aber in dem Mosaik nicht entdecken. Ebenso bei *Hydra,* bei welcher indessen keine solchen Zellen zu vermuthen sind. Bei den Rotiferen bekam ich weder eine Mosaikzeichnung, noch gefärbte Sinneszellenenden; das Fehlen des Mosaiks stimmt ja mit der Annahme eines Syncytiums gut überein. Indessen ist die Versilberung dieser kleinen Thiere recht schwer.

Zusammen mit den Silberbildern der Appendicularien theile ich diesmal auch eine Figur vom Nervensystem dieser Thiere mit. Schon vor einer Reihe von Jahren — ich glaube es war im J. 1890 — gelang es mir gele-

---

[1]) J. Havet, *Contribution à l'étude du système nerveux des Actinies,* La Cellule, T. 18, 1901.

gentlich mittelst der vitalen Methylenblaumethode, ein einziges Mal das ganze Nervensystem einer Oikopleura in schöner Weise gefärbt zu bekommen. Ich bildete sogleich eine Partie des Schwanzes ab und hoffte bald an anderen Exemplaren neue Färbungen zu bekommen. Seitdem ist es mir aber, trotz mancher Versuche, nie gelungen, eine derartige Färbung zu erhalten. In den Ganglien sah ich nur ganz sparsame (etwa zwei in jedem) Nervenzellen; von diesen liefen je zwei Aeste aus, welche sich dichotomisch und knotig an der Muskelplatte verästelten. Die Fig. 4 der Taf. XII giebt die fragliche Abbildung wieder. Im Ganzen stimmt diese Figur mit der von Fol gegebenen Darstellung dieser Verhältnisse überein. Von gefärbten sensiblen Zellen sah ich hier nichts. Ich benutze nun die Gelegenheit, dieses negative Ergebniss zu erwähnen, indem ich diese alte Figur beifüge, die bei meinen früheren Veröffentlichungen über motorische Nervenendigungen nicht publicirt worden ist, weil ich damals hoffte, diese Untersuchung weiter durchführen zu können, und die Figur übrigens einige Zeit verlegt war. Leider richtete ich bei dem Studium des fraglichen seltenen Präparates meine Aufmerksamkeit gar zu wenig auf das Nervensystem des eigentlichen Körpers, in dem ich aber auch gefärbte Nerven sah. Vielleicht wird es anderen Forschern gelingen, bei den Appendicularien von Neuem die Methylenmethode zu appliciren.

Anhang.

Das Endothel der Körperhöhle der Polychäten.

Taf. X, Fig. 11—14.

Bei meinen zahlreichen Versilberungen der Polychäten sah ich hin und wieder eine schöne, feinlinige Zeichnung an der Innenfläche der Körperhöhle, vor Allem in den Parapodien. Ich richtete deshalb meine Aufmerksamkeit auf dieses Verhältniss und injicirte die Körperhöhle direct, zuerst mit destillirtem Wasser und dann mit der Silberlösung. Besonders bei den Glyceriden gelang es mir hierdurch, gute Endothelfärbungen der Körperhöhle zu bekommen. In der Fig. 11 der Taf. X theile ich eine kleine Partie der inneren ventralen Körperwand aus der Nähe des Schwanzendes mit. Die Fig. 13 stellt eine Partie eines Parapodiums dar, von aussen her betrachtet. Die Fig. 14 giebt ein Stück der Aussenfläche des Darmes wieder. In allen diesen Figuren erkennt man eine Mosaikzeichnung mit grossen Zellenfeldern.

5.

Zur Kenntniss des Gehörorgans von Pterotrachea.

Tafel XI, Fig. 4 und 5.

Das schöne paarige Sinnesorgan der Pterotrachea, welches seit langer Zeit als Gehörorgan beschrieben worden ist, obwohl es von anderen Forschern als ein statisches Organ aufgefasst wurde, ist wegen seiner leichten Präparation und Durchsichtigkeit schon so oft ein Gegenstand der Untersuchung gewesen, dass es scheinen dürfte, als ob in seiner Organisation nichts mehr zu finden wäre. Und doch ist dem nicht ganz so.

Leydig, Leuckart, Gegenbaur, Keferstein, Boll, J. Ranke und Claus haben diesem Organ längere oder kürzere Mittheilungen gewidmet, und besonders die drei letztgenannten Forscher haben zur Erörterung der Epithelbekleidung und der Nervenverhältnisse in demselben wesentlich beigetragen.

Indessen war es erst mittelst der neueren Nervenfärbungstechnik möglich, die Nervenanordnung genauer zu eruiren. Joseph[1]), welcher bei den Heteropoden zuerst die vitale Methylenblaumethode durch Einstichinjection prüfte und die Nerven sich dadurch leicht färben sah, scheint das fragliche Sinnesorgan hierbei nicht untersucht zu haben. Dagegen hat Solger[2]) mit der erwähnten Methode diesem Organe eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Er gebrauchte nicht die Stichinjection, sondern liess die Thiere, nachdem er die Flosse durch einen Schnitt entfernt oder eingeschnitten hatte, in einem mit dem Methylenblau tiefblau gefärbten Seewasser 1—4 Stunden umherschwimmen. Er erhielt hierdurch am Gehörorgan eine gute Färbung eines Kranzes von kolbigen Zellen, welche an dem den Nerveneintritt entgegengesetzten Pole liegen; von diesen kolbigen Zellen sah er blaue Fasern centralwärts ausgehen, welche er eine Strecke verfolgen konnte und die er als Nervenfäserchen auffasste. Und von der Eintrittsstelle des Nervenstranges sah er die blau tingirten Fäserchen, Meridianen gleich, nach dem entgegengesetzten, die kolbigen Zellen enthaltenden Pole der Hörblase ziehen. Seine Fig. 4 stellt »mehrere Sinnes-Nervenzellen aus der Gruppe der Meridionalzellen in, wie es scheint, ununterbrochenem Zusammenhange mit Nerven bei stärkerer Vergrösserung (Oel-Immersion) dar. An zweien dieser Sinneszellen ist nur das schmale Endstück durch den Farbstoff hervorgehoben. Die Nervenfibrillen erscheinen hier als je eine Reihe von kürzeren oder längeren blauen Strichelchen, die durch gleichfalls blau imprägnirte, feinste Granula mit einander verbunden sind. »Da somit das Bestehen der engsten Beziehungen der Nerven zu den meridionalen Sinnes-Nervenzellen nicht zu bezweifeln ist», sagt Solger, »da sie direct in Neuriten sich fortzusetzen scheinen, sind sie mit der grössten Wahrscheinlichkeit als peripherische Ganglienzellen aufzufassen» und den v. Lenhossék'schen Zellen der Lumbricinen sowie den Riechzellen an die Seite zu stellen.

Solger scheint also zu dem Schluss gelangt zu sein, dass die von ihm als Meridionalzellen bezeichneten kolbigen Zellen, von denen er je einen blau tingirten Faden centralwärts ausgehen sah, aller Wahrscheinlichkeit nach mit den Nervenfäserchen zusammenhängen; den directen Zusammenhang scheint er aber doch nicht gesehen zu haben.

Schon seit Jahren wünschte ich diese Frage, wie die Nervenverhältnisse der Heteropoden überhaupt, mittelst der Methylenblaumethode untersuchen zu können. In unseren schwedischen Meeren giebt es aber keine

---

[1]) Max Joseph, *Die vitale Methylenblau-Nervenfärbungs-Methode bei Heteropoden.* Anat. Anz. Bd 3. S. 420, 1888.

[2]) Bernh. Solger, *Zur Kenntniss des Gehörorgans von Pterotrachea,* Schrift der naturforsch. Gesellschaft in Danzig. N. F. 10 Bd, 1899.

Heteropoden. Erst im Frühjahr 1901 gelang es mir bei einem kurzen Aufenthalte in Villefranche sur mer, wo Dr. M. Davidoff die Güte hatte, mich im russischen zoolog. Laboratorium arbeiten zu lassen, einige Pterotrachen (Pt. mutica und coronata) zu erhalten. Ich liess die Thiere, ohne alle Einschnitte oder Verstümmelungen, nur in dem mit Methylenblau tingirten Seewasser umherschwimmen. Schon nach einer Stunde, noch besser nach 2—3 Stunden, fand sich das Nervensystem schön blau gefärbt. Ich versuchte auch die Injectionsmethode, fand sie aber ganz unnöthig und sogar weniger wirksam. Von den Gehörorganen erhielt ich ganz prachtvolle Färbungen, in welchen jede Sinneszelle blau gefärbt war und sich *direct*, ohne Unterbrechung, in je eine feine Nervenfaser fortsetzte, die sich in den Nervenast hinein und weiter bis zum Gehirnganglion verfolgen liess. Auf der Taf. XI habe ich in Fig. 4 und 5 zwei solche Bilder wiedergegeben. Das Organ wurde durch einen vorsichtigen Scheerenschnitt entfernt und auf das Deckglas gelegt. Man sah noch gut das Schwingen der Cilien und das Rollen des Otolithen, so dass das Organ als im noch lebendigen Zustande befindlich betrachtet werden konnte.

Die gefärbten Zellen waren im Ganzen, wie Solger angiebt, von kolben- oder birnförmiger Gestalt, die jedoch etwas wechselt, indem sie bald dicker und kürzer, bald mehr ausgezogen ist und auch etwas verschiedene Grösse zeigt. In meinen Präparaten bildeten die also gefärbten Zellen nur einen einzigen Ring um den distalen Pol, welcher von der sog. Centralzelle und dem Kreis der diese umgebenden indifferenten Zellen (»Stützzellen») eingenommen wird. In diesen Präparaten waren weder »die Centralzelle» noch »die Stützzellen» von dem Methylenblau tingirt; es spricht diese Thatsache sehr *gegen* die gewöhnliche Ansicht, dass auch die Centralzelle eine mit Nerven direct zusammenhängende Sinneszelle sei. Zwar ist die Methylenblaumethode bekanntlich etwas launenhaft, und negative Befunde liefern deshalb keinen sicheren Beweis. Bei der scharfen blauen Färbung der dicht ausserhalb dieser Polzellengruppe befindlichen birnförmigen Zellen wäre es doch merkwürdig, ob die distalwärts von ihnen belegene Centralzelle mit ihrem fraglichen Nervenfaden ganz ungefärbt bliebe. In den birnförmigen Zellen, welche von Solger auch als *Meridionalzellen* bezeichnet werden, erkennt man oft deutlich einen heller gefärbten rundlichen Kern. Wegen der Launenhaftigkeit der Methylenblaumethode ist es freilich nicht leicht, die Anzahl dieser Zellen zu bestimmen. In meinen Präparaten schien sich die Anzahl der gefärbten Zellen auf etwa 14—15 zu belaufen. Diese Zellen liegen, wie erwähnt, in einem Kreise, der jedoch nicht ganz zirkelrund ist, sondern etwas unregelmässig sein kann, indem hier und da einzelne Zellenkörper aus dem Kreise etwas distal- oder proximalwärts gerückt sind. In meinen Präparaten sah ich aber doch im Ganzen nur *einen* Kreis solcher Zellen, nicht mehrere, wie dies von anderen Forschern gezeichnet wird. Die Zellen kehren stets ihr schmäleres Ende gegen den Nerveneintritt (proximal- oder centralwärts) hin und gehen in je einen feinen Faden über; dieser Uebergang findet bald schneller, bald allmähliger statt; der Faden läuft dann weiter centralwärts an der Blasenwand, aber an der Innenfläche der dünnen, hellen, durchsichtigen Haut, welche diese Wand aussen begrenzt. Alle von den Zellen ausgehenden Fäden gehen also zwar in meridionaler Richtung nach dem anderen Pole hin, aber *nicht ganz gerade*, wie es von einigen Forschern angenommen zu sein scheint; im Gegentheil biegen sie sich hier und da nach der Seite hin, zuweilen in fast geradem Winkel, und überkreuzen einander sogar in einzelnen Fällen. Die Fig. 4 giebt ein sehr schönes Bild eines solchen Präparates wieder, wo das Organ noch in der umgebenden Substanz ganz underangirt lag. Man konnte hier jeden Zellenausläufer genau von der Zelle bis zum centralen (proximalen) Pol des Organs verfolgen, obwohl in der Figur nur die Zellen des oberen Blasenumfangs gezeichnet sind, und ihr weiterer Verlauf bis in den Nervenast nicht angegeben werden konnte. Diese Ausläufer sind sehr fein und stets unverästelt, aber hier und da etwas knotig (varikös), was hier kaum als Absterbungszeichen betrachtet werden kann, weil das Organ noch Lebenszeichen (Cilienbewegung der Zellen und Rollen des Otolithen) zeigte.

In einem anderen Präparat vom Gehörbläschen, welches durch Anziehen des mit den Gehirnganglien noch zusammenhängenden Nervenastes etwas ausgezogen war (Fig. 5), liessen sich die Zellenausläufer mit grösster Leichtigkeit in den Nervenast hinein verfolgen, und einzelne von ihnen konnten sogar bis in das Gehirnganglion hinein verfolgt werden. Es war meine Absicht, die Endigungsweise der Ausläufer in diesem Ganglion noch weiter zu eruiren. Leider fehlte mir aber dazu das nöthige Material. Nachdem ich in den ersten beiden Tagen eine Anzahl von Exemplaren von Pterotrachea erhalten hatte, wurde das Wetter stürmisch; in den folgenden Tagen waren keine solchen Thiere aufzutreiben, und ich musste leider wegen anderer Aufträge von dem Orte abreisen, ohne diese Untersuchungen weiter führen zu können.

Indessen habe ich meine Befunde hier mitgetheilt, weil sie diejenigen von Solger in schöner Weise bestätigen und theilweise ergänzen. Jedenfalls steht es sicher fest, dass in dem fraglichen Organe eine am distalen Pole kreisförmig angeordnete Gruppe von Sinneszellen, die nach meiner Nomenclatur als Sinnesnervenzellen zu

bezeichnen sind, je einen Ausläufer, der als ein Nervenfaden aufzufassen ist, durch den Nervenast in das Gehirnganglion hineinsenden, wo er in der einen oder anderen Weise endigt. Diese Sinnesnervenzellen entsprechen mithin in frappanter Weise den von Flemming und *mir* bei anderen Mollusken beschriebenen sensiblen und sensitorischen Zellen der Fühler und der übrigen Körperhaut. Und sie entsprechen auch im Allgemeinen, wie Solger hervorgehohen hat, den peripherischen Sinnesnervenzellen, welche M. v. Lenhossék bei Lumbricus entdeckte und ich bestätigen konnte, sowie den Zellen, die ich bei den Polychäten fand und denjenigen, die von Leydig, Claus, vom Rath u. A. bei den Crustaceen erwähnt worden waren. Dieser Typus peripherer Sinneszellen scheint nun für grosse Abtheilungen des Evertebratenreichs charakteristisch zu sein.

6.

Zur Kenntniss der Riesenzellen und der Stützsubstanz des Knochenmarkes.

Taf. XIII und XIV.

Vor ein paar Jahren mit Untersuchungen über die Stützsubstanz, das interstitielle Gewebe, des Knochenmarkes beschäftigt, konnte ich nicht umhin, auch den eigentlichen Markzellen, v. A. aber den Riesenzellen, meine Aufmerksamkeit zu widmen. Es waren besonders die langen Extremitätenknochen von jungen Katzen und Kaninchen (von 1—4 Wochen), welche mein Material bildeten. Als Fixirmittel benutzte ich die gewöhnlichen Härtungsflüssigkeiten, vorzüglich Sublimateisessig, Sublimat-Eisessig-Pikrinsäure und die Carnoy'sche Flüssigkeit. Als Färbemittel dienten besonders die Heidenhain'she Eisen-Alaun-Hämatoxylinmethode mit einer Nachfärbung in Toluidin, Säurefuchsin oder Erythrosin.

A. *Die Riesenzellen.*

Bei der genaueren Betrachtung der Riesenzellen mit starker Vergrösserung fand ich nun im Sommer 1900 bei drei- bis vierwöchentlichen Katzenjungen im Marke von Humerus und Femur eigenthümliche helle Gänge und Lückensysteme, welche das Zellenprotoplasma durchwebten. Die fraglichen Bilder erinnerten in der That in auffallender Weise an das Kanälchensystem, welches in den letzten Jahren von Emil Holmgren zuerst in den Nervenzellen der Spinalganglien entdeckt und beschrieben worden ist. Selbst hatte ich in den Riesenzellen bisher keine derartigen Bildungen gesehen, und in der mir zugänglichen Literatur hatte ich sie nicht erwähnt oder abgebildet gefunden. Dass sie in den älteren Arbeiten berücksichtigt sein konnten, war kaum möglich, nicht nur weil zu ihrer Wahrnehmung die besten Linsensysteme nöthig sind, sondern auch weil bloss die neuere histologische Technik sie in deutlicher Weise darzuthun vermag. Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass die Riesenzellen sehr wechselnde Gebilde sind, indem unter ihnen eine Reihe von Variationen vorkommen. In Folge dessen wäre es möglich, dass nur gewisse Arten von ihnen solche Gangsysteme darbieten und andere Arten nichts derartiges zeigen könnten. In der betreffenden Literatur fand ich sehr wenige Angaben, welche als diese Structur betreffend angesehen werden können. In der Mittheilung von Van der Stricht[1]) über die Zellentheilung in den Riesenzellen des Knochenmarkes kommt zwar folgender Passus vor: »A l'intérieur de protoplasma existent souvent des vacuoles, remplies par une substance claire, homogène: à aspect hyalin. Ces vacuoles sont entourées de tout côté par le protoplasma cellulaire». Es ist nun möglich, dass dieser Forscher eine Art des fraglichen Höhlensystems vor sich gehabt hat. Durch den liebenswürdigen Hinweis des geehrten Verf. bin ich auf einige andere Angaben von ihm hinsichtlich des Vorkommens von Vacuolen in den Riesenzellen des Knochenmarkes und der Leber aufmerksam gemacht worden, nämlich in zwei Arbeiten in den Arch. de Biologie von d. J. 1891 und 1892. In der ersteren sagt er[2]) von den

[1]) O. Van der Stricht, Verhandl. d. Versaml. der Anatom. Section des Internat. Medicin. Congresses in Berlin 1890.

[2]) O. Van der Stricht, Le développement du sang dans le foie embryonnaire. Archives de Biologie, Tome XI, 1891, und Nouvelles recherches sur la genèse des globules rouges et des globules blancs du sang. Ibidem, Tome XII, 1892.

Leberriesenzellen: »On y trouve souvent une ou plusieurs vacuoles remplies par une matière d'une réfringence spéciale, hyaline. Celle-ci ressemble légèrement au protoplasma homogène et incolore des érythoblastes.» Hinsichtlich der Riesenzellen des Knochenmarkes sagt er (T. XII, S. 308), nachdem er S. 257 erwähnt hat, dass im Inneren des Protoplasmas eine oder mehrere Vacuolen vorkommen, welche von einer hyalinen, homogenen Substanz gefüllt und nahe dem Kern oder mehr peripherisch belegen sind: »Au point de vue de la texture du protoplasma on peut y rencontrer les vacuoles dont nous avons parlé plus haut, quelquefois peu nombreuses; d'autres fois, tout le corps cellulaire en est parsemé». Er theilt auch ein paar Figuren solcher Riesenzellen mit; die in ihnen vorhandenen Vacuolen mit ihren undeutlichen, mehr oder weniger verwischten Grenzen ähneln eher den später von M. Heidenhain erwähnten Bildungen als den von mir beschriebenen, scharf abgegrenzten gewundenen Kanälchen. In der grossen Arbeit von Martin Heidenhain [1]), in welcher dieser Forscher seine Untersuchungen über die Centralkörper der Riesenzellen veröffentlicht hat, widmet er auch der Form und dem Baue der Zellen ein paar Capitel (VI und VII). Er hebt ebenfalls die wechselnde Beschaffenheit dieser Zellen hervor. »Es ergab sich bald», sagt er, »dass die im Verhältniss zur Mitose als 'ruhend' gedachten, normalen Zellen in einer grossen Anzahl verschiedener Formen auftreten, deren ungemein wechselndes Aussehen aber nur zum Theil auf blossen Varianten der körperlichen Ausbildung beruht, zum andern Theil jedoch mit voller Sicherheit auf eine regelrechte Folge 'funktioneller Zustände' zu beziehen ist.» Die Strukturmerkmale der Riesenzellen, fügt er hinzu, nach morphologischen und physiologischen Gesichtspunkten zu ordnen war eine Aufgabe, die noch keiner der ihm vorangegangenen Autoren sich gestellt hatte, wie denn überhaupt betreffs der physiologischen Funktion der Riesenzellen bisher nichts Sicheres bekannt geworden ist. Ausserdem hat man auch die Jugendform und die Degenerationsformen zu berücksichtigen. Die äussere Gestalt der Riesenzellen, sagt Heidenhain, ist im allgemeinen eine rundliche oder elipsoidische, bei nicht ganz ausgewachsenen häufig eine streng kuglige mit überaus häufigen, theils flacheren, theils hügelartig vorspringenden Auswölbungen der Oberfläche. Die Kerne sind ihrer Grundform nach dickwandige Hohlkugeln, welche fenster- oder kanalartige Durchbrechungen der Wände zeigen; auf Schnitten erhält man deshalb gerne ringförmige Kerngebilde (Kernschnitte); zuweilen finden sich ausser dem grossen Kern noch kleinere, von ihm abgetrennte Kerntheile. In dem Zellenprotoplasma hat Heidenhain eine zonenweise, concentrisch zur Kernoberfläche sich anordnende Gliederung der Zellensubstanz dargestellt und beschrieben, und zwar eine *Innen-*, *Mittel-* und *Aussenschicht.* Die *Innenschicht* ist dem Anschein nach homogen, füllt die Hohlkugel (das Pyrenocöl) aus und umkleidet auch die Aussenfläche des Kerns; in ihr verlaufen die Mitomfäden radiär oder schräg gegen die sie von der Mittelschicht abgrenzenden Membran. Die *Mittelschicht* ist hinsichtlich ihres inneren Aufbaues vollständig dunkel geblieben. »Ich bin», sagt Heidenhain, »der Ueberzeugung, dass weder die heutige histologische Technik für sich allein, noch auch überhaupt der uns zu Gebote stehende physikalische Apparat zum Zwecke einer feineren Zergliederung dieser Masse ausreicht. Für gewöhnlich hat man den Eindruck einer ganz compakten, dicht gefügten Substanz, welche nicht einmal irgend etwas von 'Protoplasmakörnelung' erkennen lässt. Dabei ist ihre Färbbarkeit eine ausserordentlich hohe . . .». Er ist übrigens geneigt, sich die hypothetisch vorausgesetzten interfilaren Räume zu Lebzeiten der Zelle als von einer ungemein eiweissreichen Flüssigkeit erfüllt zu denken, welche nach der Ausfällung alles übrige verdeckt, oder »ich halte dafür, dass die Riesenzelle innerhalb der zweiten Zone jenes eiweissartige Rohmaterial in grösserer Menge aufstapelt, dessen sie zu ihrer specifischen physiologischen Thätigkeit bedarf.» Er erwähnt dann noch gewisse eigenthümliche Bilder der Mittelschicht, in denen die dunkel färbbare Substanz »auf ein System von Balken und Septen reducirt» ist, »welche hellere Räume zwischen sich fassen. Die ganze Masse sieht hier wie schaumig aus; jedoch handelt es sich durchaus nicht um eine echte Vakuolen-Bildung, denn die dicht neben einander liegenden hellen Räume zeigen keine scharfrandige Abgrenzung; auch muss ich», sagt er, »die Möglichkeit offen lassen, dass sie durchgehends unter einander in Communication stehen». Was die Herausbildung dieses Zustandes betrifft, so hebt er hervor, dass er in der compakten Masse ungemein feine, nicht deutlich begrenzte helle Flecken, die dann an Zahl und Grösse allmählig zunehmen, gesehen hat. Es ist »nichts gewöhnlicher, als dass man in der Mittelschicht eine grössere oder geringere Zahl solcher hellerer Stellen antrifft, die aber meist verwaschen erscheinen, daher denn diese Dinge zunächst höchst unscheinbar sind. Die helleren Stellen sind der Form nach rund oder länglichrund: in diesem letzteren Falle liegt die Achse paratangential. Sind die helleren Stellen grösser und zudem zahlreicher geworden, stehen sie dicht bei einander und wiegen unter ihnen die in der Richtung der Tangente lang gezogenen Formen vor, so gewinnt die Mittelschicht unter Umständen auf

[1]) Martin Heidenhain, Neue Untersuchungen über die Centralkörper und ihre Beziehungen zum Kern- und Zellenprotoplasma. Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd 43, 1894.

dem optischen Querschnitte das Ansehen einer concentrisch-blättrigen Bildung». Es handelt sich nach Heidenhain hier *keineswegs* um die Ausscheidung irgend einer weniger färbbaren Substanz. Vielmehr schwindet an den sich aufhellenden Stellen ein Theil der ursprünglich schon vorhandenen Materie, so dass eine Substanz-Abminderung, und zwar der interfilaren Eiweissmassen, vorliegt. Man muss annehmen, dass in der Mittelschicht eiweissartige Stoffe in massenhafter Weise angesammelt, umgearbeitet und dann wieder abgegeben werden. Auch in der Kernhohlkugel (im Endoplasma) kommen Partieen einer Mittelschicht vor. Zwischen der Mittelschicht des Exoplasma und der Aussenschicht desselben bemerkt man nur selten eine deutliche Grenzmembran zweiter Ordnung, sondern hier finden sich eine Unmasse sehr feiner Höcker und Spitzchen. Die *Aussenschicht* selbst (der Randsaum) ähnelt in ihrem Aussehen der Innenschicht; ihre Färbbarkeit ist eine relativ geringe. Entweder kann man nichts anderes an ihrer Substanz erkennen, als eine feine Körnelung, die Protoplasmakörnelung, oder es zeigt sich ein reguläres Mitom mit radiär oder schräg verlaufenden Fasern, oder es finden sich etwas gröbere netzartige Bildungen (Artefakte?). Nach aussen hin ist die Aussenschicht (der Randsaum) von einer starken Zellenmembran (Grenzmembran erster Ordnung) bedeckt. Die Randsäume sind an den verschiedenen Zellen sehr verschieden breit und können sich in gewisser Weise aus der Mittelschicht ausbilden. Heidenhain glaubt auch, dass die Randsäume, nämlich in den Fällen, wo sie der inneren Grenzmembran anliegen, abgestossen werden können. In der Umgebung der Riesenzellen trifft man sehr oft Detritusmassen, gerinnselartige oder vakuolisirte Massen von verschiedenem Aussehen. »Die von der Zellenoberfläche abgelösten Eiweissmassen gerathen in gelöster Form in den Säftestrom und an ihrer Stelle erscheinen im Umfange des Zellenkörpers grosse vakuolenähnliche Hohlräume oder auch freie Räume von weiter Ausdehnung». »Meiner Meinung nach», sagt Heidenhain, »ist die Aufnahme und Umarbeitung eiweissartiger Körper, welche aus dem Lymph- und Blutstrom entnommen werden und wieder dahin zurückkehren, die einzige Funktion der Megacaryocyten.» Er meint, dass sie auf die Zusammensetzung des Blutplasma Einfluss haben.

Ich habe diese Darstellung Martin Heidenhain's so ausführlich referirt, weil sie unsere Kenntniss vom Baue dieser merkwürdigen Zellen in besonderer Weise erweitert haben und die von mir hier unten zu beschreibenden Befunde gerade in der Beleuchtung der Heidenhain'schen Darstellung verständlicher werden.

Auf dem Anatomenkongress in Bonn (Mai 1901) gab ich eine gedrängte Darstellung[1]) der Ergebnisse meiner betreffenden Untersuchungen. Ich werde sie hier, in Verbindung mit einer Anzahl von Figuren, etwas ausführlicher mittheilen.

In den von mir untersuchten langen Extremitätenknochen junger Katzen und Kaninchen erscheinen die meisten Riesenzellen des Knochenmarkes als gleichartig gebaut. Die drei Heidenhain'schen concentrischen Zonen sind hier nur sehr selten und auch unvollständig entwickelt. Das Zellenprotoplasma besteht in den meisten Zellen nur aus der Mittelschicht; in einzelnen Fällen erkennt man auch die Aussenschicht; dagegen sieht man von der Innenschicht nur Spuren. Die Mittelschicht umgiebt den Kern aussen und dringt auch in die Hohlkuppel des Kerns hinein; hier und da trifft man in der letzteren die homogene, gewöhnlich hell gefärbte Sphäre (Fig. 1 und 4) mit mehr oder weniger scharfer Abgrenzung gegen die endoplasmatische Mittelschicht und mit einer verschiedenen Anzahl von scharf gefärbten Centrosomen. Eine Aussenschicht, ein Randsaum, ist nur an einzelnen Zellen zu finden. In den Fig. 5 und 8 sind zwei solche mit der Aussenschicht versehene Zellen abgebildet worden. In der Umgebung mancher Riesenzellen erkennt man auch die von Heidenhain erwähnten »Detritusmassen» in der Gestalt körniger Belege oder Gerinnsel verschiedener Form; bald erscheinen sie als von der Zellenoberfläche ganz abgelösst, bald ihr noch theilweise anhängend; in den Fig. 3, 4, 6 und 7 sind einige solche Zellen abgebildet. Die Frage der Bedeutung und der Entstehung dieser Belege ist natürlicherweise äusserst schwer zu beantworten; gewöhnlich färben sie sich stärker als die eigentliche Aussenschicht und erscheinen auch körniger. Ihre Lage und Form können wohl für eine Abstossung von der Zellenoberfläche sprechen; dies lässt sich aber schwerlich beweisen.

Hinsichtlich der Grösse und Gestalt der Riesenzellen habe ich zu den Angaben früherer Forscher nichts hinzuzufügen. Diese beiden Eigenschaften wechseln bekanntlich innerhalb der beschriebenen Grenzen. Ebenso habe ich in Bezug auf die Form und den Bau des Kerns nichts Neues zu sagen. Meine Mittheilung bezieht sich auf gewisse Bauverhältnisse des Zellenkörpers. Da in der Mehrzahl der von mir untersuchten Präparate die Mittelschicht den eigentlichen Zellenkörper bildet, so beziehen sich meine Angaben auch hauptsächlich auf diese Schicht. Die Substanz derselben färbt sich in den genannten Färbemitteln stark und erscheint, wie Heidenhain angiebt,

[1]) Gustaf Retzius, Ueber Kanälchenbildungen in den Riesenzellen des Knochenmarkes. Verhandl. d. Anatom. Gesellsch. auf der Versamml. in Bonn v. 26—29 Mai 1901 (Ergänzungsheft z. Anatom. Anzeiger, Band 19, 1901).

im Ganzen compakt, indem man keine eigentliche Protoplasmakörnelung und keine Mitomfasern in ihr wahrnimmt. Dagegen erkennt man in ihr eine gewisse Scheckigkeit, bunt zerstreute kleine hellere Flecken von sehr unbestimmter Form und ohne markirte Abgrenzung. Es ähnelt diese Scheckigkeit (Fig. 3, 5, 8) in der That der Beschreibung und den Abbildungen Heidenhain's. Sie erscheinen als ein System von kleinen, wahrscheinlich unter einander zusammenhängenden Hohlbildungen im Protoplasma, die gegen die Substanz ganz unbestimmt abgegrenzt sind.

Ausser diesen kleinen Flecken fand ich aber nun auch in meinen Präparaten *eine Menge grösserer heller Räume und Gänge,* welche von verschiedener Form und Grösse sind und in der Regel gegen die Protoplasmasubstanz eine ganz scharfe Abgrenzung zeigen. Auf der Taf. XIII habe ich in der Fig. 1—9 eine Anzahl Riesenzellen abbilden lassen, welche diese Systeme von Räumen und Gängen in ihrer wechselnden Anordnung wiedergeben. Bald sind sie mehr rundlich, oval oder elliptisch, bald noch mehr gestreckt, gang- oder kanalartig. Bei dem Heben und Senken des Tubus erkennt man leicht, dass sie sich in verschiedener Weise winden; man kann sie in solcher Weise streckenweise durch grössere Stücke des Zellenkörpers verfolgen. Oft krümmen sie sich bogen- oder sogar S-förmig und laufen offenbar hier und da mit einander zusammen. Zuweilen ähneln sie mehr Vacuolen (Fig. 5, 7 und 8), in anderen Fällen mehr wurmförmigen Gebilden (Fig. 1, 2, 3, 4). Ihre Anzahl ist auch, wie erwähnt, recht verschieden; bald sieht man sie nur vereinzelt, bald an einer Partie des Zellenkörpers zahlreicher vorhanden (Fig. 1), bald sind sie ungefähr gleichmässig im ganzen Zellenkörper zerstreut (Fig. 4 und 7). Auch ihre Weite wechselt nicht unbedeutend; im Allgemeinen sind die wurmförmig ausgezogenen schmäler (Fig. 2 und 3), die mehr vacuolenförmigen breiter (Fig. 5 und 7). Bald überwiegt in einer Zelle wesentlich die wurmförmige Beschaffenheit der Gebilde — oder ist sogar alleine vertreten (Fig. 2) —, bald wieder die vacuolenförmige Beschaffenheit derselben (Fig. 5, 7 und 8); bald kommen beide Formen neben einander, oder auch in verschiedenen Partieen derselben Zelle (Fig. 1 und 4), vor. Die wurmförmigen zeigen aber eine verschiedene Weite, und zwar nicht nur unter sich, sondern auch an verschiedenen Theilen ihres Verlaufs; sie spitzen sich nämlich in der Regel gegen beide Enden zu.

Diese Beschreibung stützt sich hauptsächlich auf die Befunde im rothen Marke der langen Knochen von *Kaninchen-* und *Katzen*jungen. Später fand ich indessen ganz ähnliche Verhältnisse in dem Marke der langen Knochen des neugeborenen *Kindes.* Auch hier sah ich in den Riesenzellen in mehr oder weniger reichlicher Entwicklung die entsprechenden Kanälchen in dem Protoplasma zerstreut. Die Fig. 3 der Taf. XIV stellt eine solche Riesenzelle isolirt dar, und in der Fig. 2 derselben Tafel sieht man in ihrer natürlichen Lage im Marke zwei Riesenzellen, in deren Protoplasma zahlreiche Kanälchen vorhanden sind.

Wie oben erwähnt wurde, sind diese Gebilde im Ganzen, wie Kanälchen, scharf begrenzt; bei genauer Einstellung sieht man dies deutlich, und zwar besonders auf dem Querschnitte der wurmförmigen; eine Membran oder eine besonders gefärbte oder differenzirte Grenzschicht gegen das Protoplasma habe ich jedoch nicht sehen können. Sie scheinen ein eigenthümliches Lückensystem im Zellenprotoplasma darzustellen, welches eine hellere, die Farbstoffe gar nicht oder nur sehr wenig aufnehmende Substanz enthalten. In der That ähneln sie, wie oben hervorgehoben wurde, in auffallender Weise den von Emil Holmgren in den Nervenzellen entdeckten Kanälchen, welche dieser Forscher als eine Art intrazellulärer Saftbahnen oder Saftkanälchen deutete. Ich fasste auch die entsprechenden Gebilde in den Riesenzellen gewissermassen als solche Kanälchen auf. Da ich, wie Holmgren, der Ansicht war, dass seine Kanälchen mit den von Golgi entdeckten Netzen der Spinalganglienzellen nahe verwandt sind, versuchte ich sogleich auch die Gebilde in den Riesenzellen nach Golgi zu färben, erhielt aber keine Färbung derselben; nun ist aber die Darstellung der Golgi'schen Netze in den Nervenzellen sehr schwer und launenhaft, so dass das negative Ausfallen der Färbung der Gebilde in den Riesenzellen keinen sicheren Beweis liefert. Vielleicht wird es einem anderen Forscher einmal gelingen, die Färbung der letzteren auszuführen.

Die intrazellulären Gebilde der Riesenzellen können in allen Partieen der fraglichen Schicht des Zellenkörpers vorkommen, und zwar sowohl im Endoplasma der Hohlkugel des Kerns als überall in derselben Schicht des Exoplasma. Im Endoplasma halten sie sich aber nur in der Substanz der sog. Mittelschicht; da in meinen Präparaten eine eigentliche Innenschicht nur spurweise vorkommt, so kann ich hinsichtlich des Verhaltens der Kanälchen in derselben nur wenig sagen; indessen scheinen sie mir in ihr nicht vorhanden zu sein. Jedenfalls waren sie nie in der Sphäre zu finden; in den Fig. 1 und 4, wo eine gut entwickelte Sphäre wiedergegeben ist, finden sie sich nur in der Umgebung, und meistens dicht am Kernumfang.

In der in diesen Zellen so stark entwickelten Mittelschicht des Exoplasma kommen die fraglichen intrazellulären Gebilde sowohl in der nächsten Umgebung des Kerns, und dort in der That besonders häufig und reichlich, als auch in allen anderen Partieen der Schicht, und zwar bis an die äussere Grenze, vor; ja man trifft sogar hier und da Stellen, wo sie an der Aussenfläche ausmünden (Fig. 2 links, Fig. 6 links, Fig. 7).

Wenn eine *Aussenschicht* vorhanden ist (Fig. 5 und 8), so findet man in ihr nie solche Gebilde. Dagegen sieht man an manchen Stellen, dass diese Schicht in die Mittelschicht Fortsätze hineinschickt, welche den intrazellulären Gebilden vollständig ähnlich sind, d. h. es hat den Anschein, als ob die letzteren sich nach der Aussenschicht öffneten und mit ihr zusammenhingen. Man kommt hierdurch allmählig zu der Auffassung, dass die *intrazellulären Räume und Gänge eine Art Kanälchen bilden, in welchen sich aus dem übrigen Zellenprotoplasma eine hellere Substanz ausscheiden dürfte,* welche nach der Aussenfläche der Mittelschicht zieht, um dort die Aussenschicht zu bilden. Zwar ist es schwer, dieses sicher zu beweisen; es ist jedoch eine Deutung, welche theils das Vorkommen der intrazellulären Gebilde, theils auch die Bildung der Aussenschicht erklären kann. Eine solche Deutung der Verhältnisse stimmt auch mit Heidenhain's Ansicht überein, dass diese Zellen gewisse Substanzen (Eiweisssubstanzen) aufnehmen, verarbeiten und nach aussen hin ausscheiden. Die Riesenzellen würden nach dieser Anschauung als eine Art isolirt gelagerter Drüsenzellen zu bezeichnen sein. Demgemäss wären die intrazellulären Gebilde nicht als Saftkanälchen, resp. Ernährungskanälchen in gewöhnlichem Sinne, sondern vielmehr, oder wenigstens gleichzeitig, als eine Art *Secretionsgänge* zu betrachten sein.

Da ich in der früheren Literatur über die Riesenzellen keine Angaben über solche Kanälchen, sondern nur über die oben von Martin Heidenhain erwähnten kleinen hellen Felder ohne scharfe Abgrenzung fand und seine Abbildungen dieser Structuren mit meinen Bildern gar nicht übereinstimmten, so entschloss ich mich, mich an diesen Forscher, welcher auf dem fraglichen Gebiete die grösste Erfahrung besitzt, zu wenden. Mit seiner liebenswürdigen Erlaubniss schickte ich ihm eine Anzahl meiner betreffenden Präparate zur Ansicht. Obwohl leider mehrere derselben auf dem Wege nach Tübingen zu Schaden kamen, blieb doch noch so viel von ihnen erhalten, dass Kollege Heidenhain sie durchmustern und sich von der Beschaffenheit der intrazellulären Gänge eine bestimmte Auffassung bilden konnte. Er hat mir auch geantwortet, dass er solche Gebilde nie gesehen habe, sondern nur die von ihm früher beschriebenen und abgebildeten kleinen verwaschenen Flecken und Felder ohne scharfe Abgrenzung; auch hinsichtlich der betreffenden Literatur antwortete mir Kollege Heidenhain, dass von diesen Kanälchen der Riesenzellen, soweit er wisse, nichts bekannt sei.

Es erübrigt zu entscheiden, ob diese Flecken und Felder Heidenhain's zu meinen grösseren, scharf markirten Gebilden in irgendwelcher Beziehung stehen können. Obwohl gerade die verwaschene Beschaffenheit der fraglichen Flecken und Felder gegen eine nähere Verwandtschaft der beiden Structuren spricht, so dürfte eine solche Verwandtschaft doch nicht ganz ausgeschlossen sein. Hier und da glaubt man Uebergangsbildungen zu sehen, und es ist nicht unmöglich, dass sich die grösseren Gebilde, die Kanälchen, aus den kleinen Flecken entwickeln. Es ist dies zwar schwer zu entscheiden, lässt sich aber bis auf Weiteres nicht von der Hand weisen. Dasselbe gilt auch hinsichtlich der oben erwähnten, von Van der Stricht in den Riesenzellen gesehenen Vacuolen.

Bevor ich diesen Bericht abschliesse, kann ich nicht umhin, zu erwähnen, dass ich in vielen anderen kleineren Knochenmarkzellen derselben Präparate Bilder gesehen habe, welche darauf hindeuten, dass auch in ihrem Zellenprotoplasma ähnliche intrazelluläre Bildungen vorkommen. Sowohl in vielen der frei in den Maschenräumen des Knochenmarkes belegenen *Markzellen* (Taf. XIV, Fig. 2) als auch in den eigentlichen *Osteoblasten* (Fig. 4) nahm ich, und zwar nicht nur bei dem *Kaninchen* und der *Katze,* sondern auch besonders schön im Marke der Extremitäten des neugeborenen *Kindes,* eben *solche helle,* längliche, oft etwas gewundene *Kanälchen* wahr.

B. Die Stützsubstanz.

Als ich mich im Jahre 1888 speciell mit Untersuchungen über die Verknöcherung beschäftigte, sah ich oft in den Schnitten der mit Flemming'schem Gemisch und Anilinfarben behandelten langen Extremitätenknochen von jungen Kaninchen und Katzen im Marke ein schönes Netz von *reichlich verästelten Zellen,* in deren Maschen die übrigen wenig oder nicht verästelten Markzellen lagen; nicht selten waren diese letzteren Zellen entweder durch die Präparation mehr oder weniger ausgespült oder auch fehlten sie ganz und die Grundsubstanz erschien ganz durchsichtig; dann lag das Netzwerk in seiner vollen Pracht vor. In den Handbüchern und den mir zugänglichen Schriften über den Bau des Knochenmarkes suchte ich damals vergebens nach hierauf bezügliche An-

gaben, und in den betreffenden Abbildungen jener Publikationen konnte ich nichts davon entdecken. Ich kam aber nicht zur Veröffentlichung der erwähnten Befunde.

Bei einer ein paar Jahre später vorgenommenen erneuerten Forschung in der Literatur fand ich indessen das fragliche Zellennetz von einigen Autoren erwähnt oder wenigstens angedeutet. Man hat hin und wieder das Knochenmark mit einem adenoiden Gewebe verglichen und sogar von Bindegewebsfasern und abgeplatteten Bindegewebszellen in demselben geredet.

In anderen Fällen hat man es jedoch auch als ein wirkliches Zellennetz aufgefasst. In den Knochen der *Vögel* scheint Bizzozero zusammen mit Torre[1]) dieses Netz zuerst beschrieben zu haben. Bei abmagernden, schlecht ernährten Hühnchen zeigt sich das intravasale Gewebe als aus reichlicher hyaliner Grundsubstanz mit spärlich eingestreuten Leucocyten und völlig oder nahezu ihres Fettes beraubten Fettzellen bestehend; von der Peripherie dieser Zellen gehen lange verästelte Fortsätze aus, welche mit den Fortsätzen der Nachbarzellen anastomosiren oder sich an die Venenwände anlegen. Es wird von den genannten Autoren auch eine Abbildung der sternförmig gestalteten Zellen gegeben.

Der erste, welcher meines Wissens eine genauere Darstellung von dem Stützgewebe des Markes bei den Säugethieren gegeben hat, ist der norwegische Forscher Geelmuyden. In seiner ausführlichen, in norwegischer Sprache veröffentlichten Arbeit über das Knochenmark[2]) spricht er von dem retikulären Gewebe in den Diaphysen als so fein und spröde, dass es ihm nur einmal gelungen sei, es auszupinseln; in den kurzen spongiösen Knochen scheint dies besser gelungen zu sein. »Das Bindegewebsnetz», sagt er, »welches das Stützgewebe der Rundzellenansammlung in den erwähnten spongiösen Knochen bildet, ist stärker als in den rohrförmigen Knochen entwickelt. Sogar in sehr zellenreichem Marke erkennt man die Faserzüge». Am besten studirt man das Reticulum in dem schleimigen rothen Marke der Wirbel der Phthisiker und anderer abgemagerter Individuen. »Hier kann man das Stützgewebe deutlich wahrnehmen, wie es aus den Ausläufern der Fettzellen und der spindelförmigen und sternförmigen Zellen gebildet wird, die sowohl unter sich als mit den Wänden der Blutgefässe kommuniciren». In seiner in demselben Jahre erschienenen deutschen Abhandlung[3]) über den gleichen Gegenstand äusserte er: »Spindelförmige und sternförmige, bald mehr, bald weniger protoplasmatische Bindegewebszellen kommen im rothen Knochenmark in grosser Menge vor». Und ferner, dass, wenn die Markinfiltration auf Kosten des Fettes überhand nimmt, sich *lymphoides* Mark ergiebt; »als Stütze des sonst nur lose zusammenhängenden Gewebes erscheint hier, statt der Fettzellen, ein Netz von sternförmigen anastomosirenden Bindegewebszellen». Geelmuyden hat aber von diesem Gewebe keine andere Abbildung gegeben als von einigen anastomosirenden Fettzellen.

Seitdem ist die Frage vom Baue des Knochenmarkes wiederholt von vielen Autoren berührt worden. Das fragliche Zellennetzwerk wurde auch in dem 1. Bande der 6. Auflage von v. Kölliker's *Handbuch der Gewebelehre des Menschen* (vom J. 1889) gelegentlich erwähnt. Auf Seite 298 findet sich folgender Passus: »Im Innern des Markes zeigt sich in schwammigen Knochen fast gar kein Bindegewebe, ausser in den grösseren Ansammlungen desselben, dagegen ist dieses Gewebe in den Diaphysen als ein sehr lockeres und zartes, das Fett enthaltendes und die Gefässe und Nerven tragendes Maschenwerk mit Leichtigkeit nachzuweisen. Seine Elemente sind die des lockeren Bindegewebes, jedoch so viel ich sehe, ohne alle elastische Fasern, bei jungen Geschöpfen auch mit sternförmigen anastomosirenden Bindegewebskörperchen, die auch in späteren Zeiten noch vorkommen können».

In seiner grossen Abhandlung über die Entstehung der Blutkörperchen[4]) bespricht Van der Stricht auch in eingehender Weise den Bau des Knochenmarkes und erwähnt dabei »das adenoide Gewebe» desselben; man bekommt, sagt er, oft Stellen in den Schnitten, an welchen die Maschen des Reticulum frei sind, und dann nimmt man die Trabekeln desselben wahr. Er giebt hiervon eine kleine Darstellung, die meiner Ansicht nach aber wenig befriedigend ist.

In den neueren histologischen Lehrbüchern findet man über den fraglichen Bau des Knochenmarkes etwas differirende und wenig fixe Angaben. So z. B. sagt Schiefferdecker[5]): »Die Gefässe werden begleitet von fibrillärem Bindegewebe und dieses breitet sich in den Markräumen bedeutend aus, indem es ein sehr zartes Gerüstwerk

[1]) G. Bizzozero und A. A. Torre, *Ueber die Entstehung und Entwicklung der rothen Blutkörperchen.* Moleschott's Unters. zur Naturlehre des Menschen und der Thiere, Bd 12, 1878.

[2]) H. C. Geelmuyden, *Benmarvens forhold i sygdomme og dens fysiologiske funktion.* Archiv for Mathematik og Naturvidenskab, 1886.

[3]) H. C. Geelmuyden, *Das Verhalten des Knochenmarkes in Krankheiten und die physiologische Funktion desselben.* Virchow's Archiv, 105 Band, 1886.

[4]) O. Van der Stricht, *Nouvelles recherches sur la genèse des globules rouges et des globules blancs du sang.* Archives de Biologie, T. 12, 1892.

[5]) P. Schiefferdecker und A. Kossel, Gewebelehre mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Körpers, I, 2, 1891.

bildet, das theilweise noch fibrillär ist, so besonders in der Nähe der Gefässe und der Oberfläche der Markmasse, theilweise in reticuläres Gewebe übergeht und so dem Gerüst der Lymphdrüsen gleicht».

Böhm und Davidoff[1]) äussern: »Das *rothe* Knochenmark ist eine schwammige Masse, die aus verschiedenen Elementen, welche sämmtlich im *retikulären* Gewebe liegen, zusammengesetzt ist. Ausserdem enthält das rothe Mark zahlreiche Gefässe, fixe Bindegewebszellen etc.».

In Szymonovicz's neuem Lehrbuch[2]) heisst es, dass die verschiedenen Elemente des rothen Markes »innerhalb des retikulären Bindegewebes verteilt sind.»

In der neuesten, neunten Auflage des Lehrbuchs von Stöhr[3]) findet man folgende Darstellung: »Die Elemente des *rothen* Knochenmarkes sind: Eine geringe Menge fibrillären Bindegewebes, das in den grossen Markhöhlen zu einer diese auskleidenden Haut, dem *Endost*, verdichtet ist, im spongiösen Markraume dagegen fast ganz fehlt, wenige Fettzellen, grössere und kleinere Markzellen, Riesenzellen ('Myeloplaxen')». Hier ist also weder von adenoidem resp. retikulärem Gewebe noch von Bindegewebszellen die Rede. Ebenso wenig wie in den anderen Lehrbüchern findet man hier in den Figuren das Stützgewebe abgebildet.

Im vorigen Jahre hat J. A. Hammar[4]) nachgewiesen, dass dem rothen Stadium des Knochenmarkes im embryonalen und foetalen Zustande ein noch früheres Stadium, dasjenige des *primären* Knochenmarkes, vorhergeht, in welchem das Mark aus einem die Gefässe umgebenden, gallertigen Bindegewebe mit verzweigten, spindelförmigen oder sternförmigen, anastomosirenden Zellen und homogener Grundsubstanz besteht; erst später rücken die leucocytären Markzellen in dieses Gewebe hinein. In den Röhrenknochen, wo die diaphysäre Markhöhle schon von typischem, rothem Mark erfüllt ist, lässt sich an der Verknöcherungsgrenze, zwischen den jüngsten enchondralen Knochenlamellen, eine breitere oder schmälere Zone nachweisen, wo die Leukocyten vollständig oder fast völlig fehlen und nur ein gallertiges Bindegewebe die Gefässe umgiebt.

Schliesslich hat in der letzten Zeit D. Ottolenghi[5]) in seiner Mittheilung über die Nerven des Knochenmarkes erwähnt, dass er mit der Golgifärbung eine Art verästelter Zellen dargestellt hat, welche Nervenzellen ähnlich, aber doch wahrscheinlich Bindegewebszellen sind; sie finden sich besonders reichlich beim *Hunde* und *Kaninchen*, und zwar beim ersteren um die kleineren Gefässe und im eigentlichen Parenchym, beim letzteren auch in den Gefässwänden und zwischen den Fettzellen. Auch beim *Hühnchen* fand er sie in den Gefässwänden und in der gelatinösen Markpulpa, wo sie nach Ottolenghi wahrscheinlich zuerst von Bizzozero gesehen worden sind. Auf der Tafel sind zwei solche mit Golgi gefärbte verästelte Zellen abgebildet, nämlich eine vom Kaninchen und eine vom Hunde.

Aus dieser kurzen literarischen Darstellung geht somit hervor, dass einzelne Autoren in dem Knochenmarke eine Art Stützgewebe der sog. Markpulpa mehr oder weniger deutlich erwähnt haben, nämlich theils in der Gestalt eines Reticulum, eines adenoiden Gewebes, theils als verästelte Bindegewebszellen; andere Autoren dagegen erwähnen dieses Gewebe gar nicht oder in sehr schwebender Weise.

Wie ich oben anführte, habe ich mich schon vor längerer Zeit von der Existenz zahlreicher, reichlich verästelter Zellen im jungen und rothen Marke des *Kaninchens,* der *Katze* und des *Menschen* überzeugt. In den mit Flemmingschem Gemisch behandelten langen Knochen junger Individuen lassen sie sich, besonders nach der Färbung mit Erythrosin, Rosanilin oder anderen Anilinfarben, oft in schöner Weise, sowohl an Quer- als Längsschnitten des Knochens, nachweisen, und zwar vor Allem an solchen Stellen des Präparates, wo die übrigen Zellen, die eigentlichen Markzellen, entweder ausgefallen oder sonst nur sparsam vorhanden sind. Die fraglichen Zellen liegen hier und da in der sog. Pulpa zerstreut und schicken ihre oft sehr lange und sehr fein dichotomisch verästelten Fortsätze nach den verschiedensten Richtungen; diese Fortsätze durchspinnen das Mark und, indem sie sich gegenseitig kreuzen, bilden sie gewissermassen ein Stützgewebe desselben. Oft hat es den Anschein, als ob sie untereinander zusammenhingen, anastomosirten, und sich an die Gefässwände ansetzten. Es ist aber ein solcher Zusammenhang äusserst schwer *sicher* nachgewiesen; est ist sogar leicht möglich, dass das scheinbare Reticulum, das offenbar zu der Annahme eines echten adenoiden Gewebes Anlass gegeben hat, nur auf eine reichliche Kreuzung der zahlreichen feinen Fortsätze zurückzuführen ist. Ein echtes adenoides Gewebe, wie dasjenige der Lymphdrüsen und der Milz, giebt es meiner Ansicht nach in dem Knochenmarke nicht.

---

[1]) A. A. Böhm und M. von Davidoff, Lehrbuch der Histologie des Menschen, 1895.

[2]) L. Szymonovicz, Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie, 1900.

[3]) Ph. Stöhr, Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen, 9. Aufl., 1901.

[4]) J. A. Hammar, *Primäres und rotes Knochenmark.* Anat. Anz. Band 19, N:o 22, 1901.

[5]) D. Ottolenghi, *Sui nervi del midollo delle ossa.* Atti d. R. Accad. d. scienze di Torino, Vol. 36, 1901 und Archives ital. de Biologie T. 37, I, 1902.

Auf Tafel XIV habe ich in der Fig. 1 (von einem Knochen eines Kaninchenjungen) eine Partie eines Querschnitts, der nicht weit von dem sog. Verknöcherungsrande getroffen hat, abgebildet. In dem Raume zwischen den quergeschnittenen Blutgefässen, von denen nur das in der Mitte befindliche einige Blutkörperchen enthält, finden sich sieben verästelte Zellen, deren Zellenkörper sich als bipolar-spindelförmig oder dreieckig oder mehr multipolar zeigen; von ihnen gehen die Fortsätze nach verschiedenen Richtungen aus und verästeln sich, oft mit kleinen knotigen Verdickungen an den Verzweigungsstellen, in sehr intrikater Weise. Hier und da schmiegen sie sich um die Gefässwände herum; ob sie sich dabei an ihnen befestigen, ist, wie oben angedeutet wurde, schwer zu entscheiden; eine Befestigung an den Verknöcherungsflächen sowie an den Osteoblasten, Riesenzellen und anderen Markzellen ist nicht wahrzunehmen und auch sehr unwahrscheinlich.

In der Fig. 2 der Taf. XIV habe ich eine Partie eines Längsschnittes vom Humerus eines neugeborenen Kindes, und zwar weit von dem sog. Verknöcherungsrande, wiedergegeben. Man sieht hier in der Markpulpa zwischen den weiten Blutgefässöffnungen mehrere lang ausgezogene, verästelte Zellen, die theilweise, v. A. an den Verzweigungsstellen, mit flügelartigen Ausbreitungen des Protoplasma, versehen sind. In den Maschenräumen zwischen ihnen sieht man sieben Markzellen und zwei Riesenzellen.

Schon vor einer Reihe von Jahren fand ich, beim Studium der Nerven des Knochenmarkes mittelst der *Golgi*färbung, oft schwärzlich gefärbte, sehr verästelte Zellen, welche offenbar mit den neulich von Ottolenghi erwähnten identisch sind. Ich nahm schon zu jener Zeit von ihnen eine Anzahl von Abbildungen, von denen ich auf Taf. XIV in den Fig. 5, 6 und 7 drei aus dem Knochenmarke junger Kaninchen mittheile. Es war stets meine Absicht, diese Untersuchungen, und zwar v. A. hinsichtlich der Nerven und der Gefässe des Knochenmarkes, weiter zu führen, bevor ich zur Veröffentlichung kam; ich fand aber nicht Gelegenheit dazu.

Da ich nun betreffs der Nerven nicht weiter gekommen bin, als die von Ottolenghi gewonnenen Ergebnisse, so werde ich auf dieses Thema hier nicht eingehen. Hinsichtlich der verästelten Zellen aber sind meine Abbildungen weit mehr erläuternd als die von ihm gegebenen zwei Zellenbilder. Ich habe sie aber auch besonders deshalb hier mitgetheilt, weil sie in Verbindung mit den oben beschriebenen, durch andere Fixationsmethoden dargestellten verästelten Zellen des Knochenmarkes an Interesse gewinnen. Die beiden Arten von Präparaten erklären und ergänzen in der That einander. Offenbar sind die verästelten Zellen der beiden identischer Art. In den Golgipräparaten lässt sich die Verbreitung und Anordnung der Zellen, wie die Fig. 5—7 zeigen, bei schwächerer Vergrösserung leichter überblicken. Man sieht sie gewöhnlich in den zwischen den Blutgefässen befindlichen Räumen die verzweigten Fortsätze nach verschiedenen Richtungen aussenden; die Zellenkörper liegen oft in der Umgebung der Gefässe, aber nicht direct an ihnen, sondern von ihnen etwas entfernt; sie kommen aber auch noch weiter von den Gefässen entfernt vor. Die Fig. 5 und 6 rühren von dem oberen Theil des Femur eines zweiwöchigen und die Fig. 7 von dem Humerus eines sechswöchigen Kaninchens her, in der letzgenannten Figur sind die Conturen von fünf Fettzellen angegeben. Die Blutgefässe sind durch Conturzeichnungen angezeigt.

In diesen Golgipräparaten konnte ich nie einen wahren Zusammenhang der Fortsätze der verschiedenen Zellen nachweisen; indessen scheint es, als ob in diesen Präparaten die feinsten Aeste seltener gefärbt werden. Jedenfalls sprechen auch diese Bilder entschieden gegen die Ansicht, dass man es mit einem *adenoiden* Gewebe zu thun hat. Die Golgipräparate aus der Milz und den Lymphdrüsen sind ganz anderer Art.

Als Ergebniss dieser Untersuchung ist demnach anzusehen, dass in dem rothen Knochenmark der Säugethiere (Kaninchen, Katze, Mensch) eine besondere Art von reichlich verästelten Zellen konstant vorkommt, deren Zweige die Pulpa in verschiedenen Richtungen durchspinnt. Diese Zellen stellen eine Art Stützsubstanz der Markpulpa dar. Offenbar sind sie echte *Bindegewebszellen.* Ein wirkliches adenoides (reticuläres) Gewebe giebt es aber hier nicht. Die Zellen sind wohl in dem Marke mehr entwickelter Thiere, d. h. nach der Geburt und in älteren Stadien mit den Zellen nahe verwandt, die von einigen Autoren im embryonalen und foetalen Marke beschrieben worden sind. Wie oben erwähnt worden ist, hat Hammar dargethan, dass dem eigentlichen rothen Marke ein *primäres* Stadium vorausläuft, in dem das Mark aus verästelten Bindegewebszellen und einer hyalinen Grundsubstanz besteht, in welche nur später die Leucocyten einwandern, sowie dass ein solches Stadium an der Verknöcherungsgrenze vorhanden ist. Es sind wohl zweifellos gerade diese Zellen, die dann in den älteren Stadien persistiren.

7.

Weitere Beiträge zur Kenntniss der Spermien des Menschen und einiger Säugethiere.

Taf. XV—XVII.

Im Jahre 1881 veröffentlichte ich eine kurze Mittheilung über den Bau der Spermatozoen von Urodelen (Salamandra) und Säugethieren (Stier, Mensch).[1]) Da ich zu jener Zeit noch mit anderen Arbeiten, vor Allem mit der Herausgabe meines monographischen Werkes über das Gehörorgan, äusserst beschäftigt war, musste ich meine fraglichen Untersuchungen auf dem spermatologischen Gebiete bald wieder unterbrechen und mich darauf beschränken, nur ein Bruchstück der Ergebnisse zu veröffentlichen. Indessen war ich zu der Einsicht gelangt, dass auf diesem Gebiete noch ausserordentlich viel zu ermitteln war. Wegen meiner anderen Arbeiten konnte ich aber damals nicht hoffen, bald auf dieses Thema zurückzukommen und äusserte in Uebereinstimmung damit: »Weiter werde ich diesmal nicht auf das fruchtbare Gebiet der Spermatozoen abschweifen, will aber dasselbe zu einem eingehenden und umfassenden Studium empfehlen. Zwar ist die Morphologie der Spermatozoen oft behandelt worden, nie aber so zusammenhängend und genau wie es wünschenswerth gewesen wäre».

Bald danach nahm mein früherer Schüler und Freund Carl M. Fürst dieses Studium mit Erfolg auf, und ausserdem widmeten O. S. Jensen, der schon im J. 1879 über diesen Gegenstand eine werthvolle Arbeit veröffentlicht hatte, und E. Ballowitz demselben in umfangreichem Maasse eine Reihe von grundlegenden Untersuchungen, durch welche man eine ebenso eingehende wie umfassende Uebersicht vom Bau der Spermien der verschiedenen Thierklassen erhielt. In dieser Hinsicht sind vor Allem die musterhaften Arbeiten von Ballowitz hervorzuheben, indem sie wohl fast Alles leisteten, was mit der damaligen Technik bei den fertigen Spermien der verschiedenen Thierformen zu eruiren war. Aus diesem Grunde wandte ich mich nach Erledigung der oben erwähnten anderweitigen Beschäftigungen anderen Forschungsgebieten an.

Ich hebe diese Umstände hier hervor, um zu erklären, weshalb meine Arbeiten von diesem Thema abgelenkt wurden, und ich erst jetzt noch einmal zu demselben zurückkehre.

In diesem Jahre bin ich nämlich wieder darauf hingelenkt worden, und zwar theils durch die vorzügliche zusammenfassende Darstellung, die Waldeyer in dem neuen Sammelwerke O. Hertwig's (Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwickelungslehre der Wirbelthiere, 1. Lief., 1901) gegeben hat, theils auch durch die neuesten bezüglichen Arbeiten I. Broman's, in denen er die typischen und atypischen Spermien[2]) bei dem Menschen und verschiedenen Wirbelthieren eingehend beschreibt und abbildet. Ich nahm also meine alten unveröffentlichten Annotationen aus dem J. 1881 hervor, in denen die wichtigeren Formen der atypischen Spermien des Menschen schon erwähnt und abgebildet waren, theils machte ich neue Präparate, in welchen, Dank den in der späteren Zeit so weit vervollkommneten technischen Methoden und erweiterten histologischen Kenntnissen, einige Structurverhältnisse noch viel klarer erscheinen als sie mir im J. 1881 vorlagen.

---

[1]) Gustaf Retzius, *Zur Kenntniss der Spermatozoen,* Biologische Untersuchungen, 1881.

[2]) Ich werde hier unten, in Uebereinstimmung mit Waldeyer, die Benennung *Spermien,* statt Spermatozoen, anwenden.

Vor Allem wünschte ich auch ein besseres Bild der typischen menschlichen Spermien liefern zu können als dasjenige meiner alten Mittheilung, das Waldeyer, und andere Autoren in ihren Werken wiedergegeben haben. Ausserdem aber habe ich schon im J. 1881 eine von derjenigen Broman's etwas abweichende Auffassung der Entstehung einiger atypischen Spermien gewonnen, und zwar besonders hinsichtlich der doppelgeschwänzten. Wie Broman [1]) betont, sind diese eigenthümlichen Gebilde zum ersten Male in meiner Mittheilung vom J. 1881 erwähnt worden, indem ich bezüglich der Spermien des *Menschen* sagte: »Bei dieser kurzen Beschreibung der Spermatozoen werde ich nur das Typische in ihrer Gestalt hervorheben und alle die mehr oder weniger oft vor kommenden Wechselungen (z. B. die Doppelschwänze, die körnigen Anhänge) unberücksichtigt lassen, obwohl eine eingehendere Darstellung in mehrerer Hinsicht von Interesse sein möchte».

Ich hatte nämlich schon zu jener Zeit den verschiedenen atypischen Spermien des Menschen meine Aufmerksamkeit gewidmet und eine Reihe von Annotationen und Abbildungen von ihnen gemacht, die ich nunmehr beinahe vergessen hatte, bis ich mich in Folge der Hinweise Broman's derselben wieder erinnerte und also meine alten Bilder wieder durchmusterte. Ich bedaure nun, dass ich zu jener Zeit nicht Gelegenheit fand, sie zu veröffentlichen.

Einige Jahre später, 1885, publicirte G. von Wiedersperg [2]) eine Abhandlung mit Beiträgen zur Entwickelungsgeschichte der Samenkörper, in welcher er theilweise auch die mehr oder weniger fertigen Spermien des Menschen erwähnte und abbildete. Hierbei berührte er auch atypische Formen, vor Allem *Riesenspermien*, mit bedeutend grösserem Kopfe als normal und mit abnormer Form desselben. Auch erwähnte er Hüllen und zapfenartige Anhänge an den Köpfen und fügte hinzu: »Abweichungen in der Form der Samenfäden sind übrigens im ejaculirten Sperma keineswegs etwas seltenes. Ganz abgesehen von den nicht unbeträchtlichen Grössenschwankungen der Köpfe sind auch Formabweichungen sehr gewöhnlich. Samenkörper mit nahezu kugeligrunden Köpfen, an denen die die Geissel tragende Hemisphäre deutlich dunkler als die vordere (also noch von der Kernmembran bedeckt) erscheint, ist eine der gewöhnlichsten. Geissel mit ganz rudimentären Kopfbildungen sind auch keineswegs selten»; es bleibt aber fraglich, ob sie wirklich eine Kernbildung, und also als Kopf anzusprechen sind.

Im folgenden Jahre, 1886, äusserte E. Cutler [3]) die Meinung, dass die abnormen Formen der Spermien zuweilen zu teratologischen Zuständen der Kinder Anlass geben. Von abnormen Formen der Spermien beim Menschen erwähnte er folgende: Spermien mit 2 oder 3 Köpfen (Körpern, bodies), mit einem Kopfe und 2—3 Schwänzen, mit 2 Köpfen und 2 Schwänzen, mit 2 Köpfen und 3 Schwänzen. Die ungefähre Anzahl dieser monstruösen Spermien schlug er auf etwa 1 : 50,000 an; ihre Bewegungen sind langsamer, aber kräftiger, als die der normalen.

Einige Jahre nachher, 1890, theilte der italienische Arzt, P. Bertachini [4]) einige Erfahrungen über atypische Spermien beim Menschen mit, wobei er sowohl Doppelschwänze als Doppel- und Dreiköpfe beschrieb. Der von ihm abgebildete Doppelschwanz ähnelt sehr dem einen der von mir am öftesten beobachteten Formen; seine Abbildungen sowohl von diesen als von den mehrköpfigen Spermien sind aber recht grob und die Beschreibungen wenig eingehend. Von Interesse ist es aber, dass er, wie Cutler, sowohl diese Spermien als die doppelgeschwänzten in lebendem Zustande beobachtet und sie beweglich gefunden hatte.

Im folgenden Jahre, 1891, hat R. L. Maddox [5]) die Frage der verschiedenen Formen der menschlichen Spermien behandelt und dabei sowohl auf die wechselnde Gestalt der Köpfe als auf die Spermien mit zwei Köpfen und einem Schwanze und diejenigen mit einem Kopfe und zwei Schwänzen seine Aufmerksamkeit gerichtet. Hinsichtlich der letzteren meint er, dass sie wahrscheinlich durch eine von oben her eintretende Spaltung des normalen Schwanzes herrühren. Er geht auch auf die hypothetische Bedeutung derselben für die Teratologie etwas ein. In seinen übrigens wenig erläuternden Abbildungen erkennt man einige Spermien mit zwei Köpfen und mit zwei Schwänzen.

Indessen hatte E. Ballowitz [6]) in demselben Jahre, 1891, bei *Säugethieren* doppelschwänzige Spermien gefunden und beschrieben. Er hatte nämlich in Deckglastrockenpräparaten, »wenn auch nur in sehr seltenen Fällen,

---

[1]) I. Broman, *Ueber atypische Spermien (speciell beim Menschen) und ihre mögliche Bedeutung.* Anatom. Anzeiger, 21. Band, N:o 18 und 19, 1892 (11. Aug.).

[2]) Gustav von Wiedersperg, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Samenkörper.* Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. 25, 1885.

[3]) E. Cutler. Medical World, 4, 1886, pp, 18—20; citirt nach dem Referat im Journal of the R. Microscop. Soc., Ser. 2, Vol. 6, 4, 1886. *(Probable Cause of some Monstrosities).*

[4]) Pietro Bertachini, *Sopra alcuni spermatozoi umani monstruosi,* La Rassegna di scienze mediche, Anno V, N. 11, Modena 1890.

[5]) R. L. Maddox, *Some observations on the Various Forms of Human Spermatozoa.* Journal of the R. Microscop. Soc., Febr. 1891, 1, p. 1.

[6]) E. Ballowitz, *Weitere Beobachtungen über den feineren Bau der Säugethierspermatozoen.* Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd 52, 1891. — In einem neueren Aufsatz *»Ueber das regelmässige Vorkommen zweischwänziger Spermien im normalen Sperma der Säugethiere»* (Anatom. Anzeiger, Bd 20, S. 561, 1902) hat Ballowitz seine Priorität in Betreff der Entdeckung der doppelschwänzigen Spermien vindicirt; er hat aber, wie Broman hervorhebt, dabei übersehen, dass diese Gebilde schon vorher von anderen Forschern beim Menschen gefunden waren.

z. B. bei dem Schwein» solche Spermien beobachtet. Der Kopf dieser Spermien, sagt er, ist merklich grösser als der der gewöhnlichen Spermatozoen; an dem Hinterende desselben inseriren zwei Geisseln, die in dem von ihm abgebildeten Exemplare nur im Verbindungsstück getrennt sind, hinten dagegen vereinigt oder nur mit einander verklebt sind. Er hatte nämlich derartige Formen auch mit zwei ganz freien, von einander getrennten Geisseln gesehen. Die Insertionsverhältnisse der beiden Geisseln waren aber nicht klar zu erkennen.

Es liegt jedenfalls nicht im Plane dieser meiner Mittheilung, auf die gesammte Geschichte der Erforschung der Gestalt und des Baues der Spermien im Allgemeinen einzugehen, sondern nur einige der betreffenden neueren Untersuchungen kurz zu referiren, und zwar vor Allem diejenigen, welche die Spermien des *Menschen* behandeln. Aus dem Vortrage, den K. v. Bardeleben bei dem Anatomenkongresse in München im J. 1891 hielt[1]), will ich hier folgende Angaben hervorheben. Die Form der menschlichen Spermatozoen ist durchaus nicht immer genau dieselbe; im frischen Zustande beobachtete er etwa 5 oder 6 Varietäten, manchmal recht eigenthümliche, von denen er 8 Bilder lieferte; unter diesen Formen betonte er ganz besonders die Riesen-Spermatozoen mit einem grossen, leicht färbbaren, excentrisch gelegenen »Kern» in dem Kopfe. Häufig sind Formen, die im Profil nicht symmetrisch birnförmig mit gerader Spitze (bikonkav), sondern konvex-konkav mit gekrümmter Spitze erscheinen. Ausser »Varietäten» kommen ganz gelegentlich auch manche Formen vor, die man wohl als Missbildungen ansprechen muss; einmal sah er so einen aus zwei etwas abgeplatteten Knöpfen und einem Zwischenstück bestehenden Kopf. Der Kopf zerfällt, abgesehen von »Kopfkappe» und »Spiess», in einen vorderen helleren, mehr protoplasmatischen, nicht oder schwach färbbaren und einen hinteren dunkleren, quergestreiften Theil. Im Kopf, bald mehr vorn, bald mehr hinten, befindet sich ein heller, glänzender, nicht oder schwer färbbarer »Innenkörper». Der Centralfaden des Schwanzes und Mittelstückes lässt sich bis in den Kopf, ja bis zur vorderen Spitze hin verfolgen. Der Kopf läuft vorn, wie Nelson gefunden hat, in einen fast unmessbar dünnen Fortsatz aus, der mit einer widerhakenförmigen Spitze endigt. Auf den Kopf folgt der ganz kurze, helle Hals, in dem man öfter ein rundes Körperchen sieht, dann das Mittel- oder Verbindungsstück. Der Hals wird von den bekannten Protoplasmaresten verdeckt. Die Grenze zwischen Mittelstück und Schwanz ist stets als dunkle Linie zu sehen. Im lebenden Zustande verändert sich die Form des ganzen Kopfes fortdauernd, und im Inneren desselben gehen Theilungsvorgänge vor sich, die zur Ausstossung von Theilen (Richtungskörpern) aus dem Kopfe führen.

Regaud[2]) hat zweiköpfige, einschwänzige Spermien im Sperma eines Neurasthenikers gesehen.

Obschon also über atypische menschliche Spermien eine Reihe von Beobachtungen und Angaben vorliegen, so sind diese Gebilde doch erst in der letzten Zeit durch Broman's Untersuchungen ein Gegenstand genauerer Nachforschung geworden. In seiner in diesem Jahre erschienenen Arbeit »Ueber Bau und Entwicklung von physiologisch vorkommenden atypischen Spermien»[3]) unterschied Broman drei Hauptarten von diesen Bildungen, nämlich: A. Spermien, welche nur durch die *Grösse* von den normalen differiren: *Riesen-* und *Zwergspermien;* B. Spermien mit einem Kopfe und *zwei oder mehr Schwänzen;* C. Spermien *mit zwei oder mehr Köpfen.*

Von *Riesenspermien* waren in jedem Präparate vom menschl. Sperma (2 Ind.) immer einzelne zu finden; der Schwanz war in allen Fällen von normaler Länge. Ebenso hinsichtlich der *Zwergspermien.*

Die allergewöhnlichsten von den atypischen Spermien waren die *zweischwänzigen*, obwohl ihre Anzahl bei verschiedenen Individuen wechselt: bei einem Ind. fand er durchschnittlich 20 solche in jedem Ausstreichspräparat, bei einem anderen aber nur 2; der Kopf dieser Spermien ist bald normalgross, bald, und gewöhnlich, von der Grösse der Riesenspermienköpfe; die Form des Kopfes stimmt im Allgemeinen mit der der normalen Spermien überein; am Mittelstück sah Broman entweder eine gemeinsame Spiralhülle oder auch für jeden Schwanz eine besondere Hülle; die beiden Schwänze zeigten immer dieselbe Länge wie die normalen Spermien. Bei Salamandra maculata sah er analoge Bildungen und bei Entwickelungsformen von Haifischspermien fand er sie nicht besonders selten. Vorher hat Broman solche Spermien schon bei Bombinator beschrieben.

Zweiköpfige Spermien hatte er auch mehrmals in menschlichem Sperma, aber bedeutend seltener als die zweischwänzigen, gefunden. Die beiden Köpfe sind im Allgemeinen normalgross und divergiren nach vorn von einander; das Mittelstück hat entweder eine einzige Spiralhülle oder zwei solche; der Schwanz kann entweder einfach oder doppelt sein.

[1]) Karl v. Bardeleben, *Ueber den feineren Bau der menschlichen Spermatozoen*, Verhandl. d. Anatom. Gesellsch. auf d. 5. Versamml. in München, 1891, S. 157.

[2]) Regaud, *Évolution tératol. des cellules séminales. Les spermatides à noyaux multiples chez les Mammifères.* Bibliographie anatomique T. 8, 1900.

[3]) Ivar Broman, Anatomische Hefte, herausgeg. von Merkel und Bonnet, Heft 60, 1902.

Was nun die Histogenese betrifft, so sagt Broman, dass alle die von ihm beschriebenen atypischen Spermien sich aus Spermatiden zu entwickeln scheinen, welche durch anormal verlaufende Mitosen entstanden sind. Aus diesen seinen Erörterungen werde ich aber hier vor Allem seine Angaben über die Entstehung der *Doppelschwänze* berühren. Die Entwickelung der einköpfigen, zwei- oder mehrschwänzigen Riesenspermien, sagt er, ist bei allen den hier untersuchten Objekten insofern gleich, als sie ihren Ursprung im Allgemeinen von zwei- resp. mehrpoligen Mitosen nehmen, deren Chromosomen alle zusammen bleiben und von einer gemeinsamen Kernmembran umgeben werden; auch das Cytoplasma bleibt ungetheilt; der an jedem Spindelpol gelegene Centralkörper theilt sich während der Anaphasen in zwei und diese wandern dann den von den anderen Spindelpolen kommenden Centralkörpern entgegen; zuletzt sammeln sich die Centralkörperpaare beide resp. alle an einer Stelle der Zellperipherie; nachdem diese Wanderung der Centralkörper beendet ist, wächst von dem distalen Centralkörper jeden Paares ein Schwanzfaden aus. Beim Menschen wandern die Centralkörperpaare in gerader Linie auf den Kern zu und befestigen sich an ihm; die Centralkörper führen ganz dieselben Umwandlungen durch, welche Meves bei den normalen menschlichen Spermatiden beschrieben hat.

In einer anderen, eben erschienenen Arbeit[1]) hat Broman von Neuem in eingehender Weise das Thema der atypischen Spermien behandelt. Zu den von ihm aufgestellten drei Hauptarten fügt er nun eine *vierte* hinzu, nämlich solche Spermien, welche zwar normalgross und einfach sind, aber durch eine *abnorme Form* von den normalen Spermien abweichen. Er hatte bis dahin atypische Spermien oder deren Entwickelungsformen bei 6 gesunden Individuen gefunden und daraus geschlossen, dass solche Spermien aller Wahrscheinlichkeit nach beim Menschen physiologisch vorkommen. Noch 7 zusammen mit Fr. von Bergen untersuchte Ind.[1]) bestätigten diese Annahme, ebenso wie, dass die Frequenz der atypischen Spermien bei verschiedenen Ind. sehr verschieden ist. Im Sperma von 5 Ind. fand er z. B. nur etwa 1—2 zweischwänzige einköpfige Spermien auf 1,000 normale; bei 2 anderen traf er dagegen 20—40 auf 1,000; auch die anderen atypischen Formen waren bei diesen 2 Ind. 10- bis 20-mal häufiger als bei den 5 anderen. Broman giebt in dieser neuen Abhandlung eine Uebersicht der sämmtlichen atypischen Spermienformen des Menschen, in Verbindung mit einer grossen Anzahl von Abbildungen, und zwar sowohl von Riesen- und Zwergspermien, als von zwei- bis vierschwänzigen, einköpfigen, sowie auch von zwei- oder dreiköpfigen Spermien und fügt, auf Grund von Entwicklungsformen, seine Ansichten über ihre Entstehung hinzu. Dann giebt er aber auch vier Abbildungen von *normalen* menschlichen Spermien, nämlich zwei »en face» und zwei im Profil, und beschreibt ihre Form. Sie haben eine *Kopfkappe,* welche etwa die vorderen zwei Drittel des Kopfes umhüllt. Die Centralkörperderivate sind auch beim Menschen in kleinere Körner zerlegt, welche durch Stränge mit einander verbunden sind, in etwa derselben Weise, wie Meves dies bei den Meerschweinchen-Spermien beschrieben hat. Dieser Autor hatte aber in den *menschlichen* Spermien nur 2 hinter einander liegende, nicht weiter zerlegte und nicht durch Stränge verbundene »Endknöpfe» gefunden. Broman überzeugte sich jedoch, dass wenigstens der proximale, vielleicht auch der distale »Endknopf» in 2 Körner constant zerlegt ist. Das Halsstück ist bei geeigneter Behandlung deutlich. Im Bereiche des Verbindungsstückes ist der Achsenfaden von einer stark färbbaren Spiralhülle umgeben, auf der oft eine deutliche Cytoplasmahülle zu sehen ist. Eine (aus dem Centralkörperring stammende) »Schlussscheibe» hat er bei den reifen menschlichen Spermien bisher nicht unterscheiden können. Am meisten variirt die *Kopfform.* Die *Kopfkappe* kann kleiner oder grösser als normal sein; sie kann auch dem Kopfe schief aufsitzen. Die Kopfform selbst variirt ziemlich viel. Die Insertion des Schwanzes kann abnorm sein. Die Spiralhülle zeigt bisweilen Abnormitäten, kann verschieden lang und dick sein. Die Cytoplasmahülle kommt oft vor und kann auch oft Chromatinreste enthalten. Die Länge des Schwanzes variirt nur innerhalb sehr enger Grenzen (45—50 μ). Die Hülle des Hauptstückes des Schwanzes kann abnorm stark sein oder mehr oder weniger vollständig fehlen. Schliesslich bespricht Broman in eingehender Weise die Frage von der Bedeutung der atypischen Spermien und ihrer Befruchtungsfähigkeit.

Ich habe hier die Hauptergebnisse der Untersuchungen Broman's so ausführlich referirt, weil sie die erste eingehende und genaue Darstellung von den Formen und dem Bau der menschlichen Spermien sind, die sich auf die neueren histologisch-technischen Erfahrungen stützt. Es ist das Verdienst dieses Forschers, die atypischen Spermienformen zum Gegenstand einer sorgfältigen und übersichtlichen Schilderung gemacht zu haben.

Was nun meine Beobachtungen betrifft, auf die sich die folgende Darstellung stützt, so waren sie schon

---

[1]) Ivar Broman, *Ueber atypische Spermien (speciell beim Menschen) und ihre mögliche Bedeutung.* Anatom. Anz., 21. Band, N:o 18 und 19, 1902 (11. Aug. 1902). — In einer Note fügt er hinzu, dass von Bergen das Sperma von noch 5 gesunden Ind. untersucht und in allen zweischwänzige einköpfige Spermien gefunden hat.

im Anfang dieses Sommers, d. h. vor dem Erscheinen der letzten Abhandlung Broman's, ausgeführt, und zwar, wie oben erwähnt, im Anschluss theils an die vorigen Mittheilungen dieses Forschers, theils an meine eigenen älteren Erfahrungen und Annotationen aus dem Jahre 1881. Da nun meine Ergebnisse in vielen Punkten mit denen Broman's übereinstimmen, kann ich in mehreren Beziehungen kurz sein und werde mich hauptsächlich bei solchen Punkten etwas ausführlicher äussern, in denen ich von seinen Resultaten oder Ansichten etwas differire.

Ich fange indessen hier von Neuem mit einer Beschreibung der *normal* gestalteten, *typischen* Spermien des Menschen an, weil sich durch die genaue Kenntniss der normalen die abnormen Formen leichter verstehen lassen.

Wie schon die meisten Gelehrten, die sich mit dem Studium dieser Spermien beschäftigten, bemerkt haben, wechselt im Ganzen die *Schwanz*partie weniger, die *Kopf*partie dagegen mehr. Während die Form und die Dimensionen des Schwanzes und seiner verschiedenen Abtheilungen nur ganz selten Abweichungen von dem Typischen zeigen, variirt der Kopf innerhalb so bedeutender Grenzen und so oft, dass es sogar schwer ist, das Reguläre, Typische ganz genau festzustellen. Bei der Durchsicht einer grösseren Anzahl von frischen sowohl als von gut fixirten Präparaten habe ich mich jedoch davon überzeugt, dass die von mir früher (1881) gegebene Darstellung der Kopfformen richtig ist. »Der *Kopf* erscheint, von der Fläche gesehen, oval mit in der Regel sich ein wenig verschmälerndem Vorderende, das aber nie spitz ausläuft; an der vorderen Hälfte oder den zwei vorderen Dritteln dieser Fläche des Kopfes bemerkt man eine hellere, mehr durchsichtige und weniger stark lichtbrechende Partie, welche aber allmälig nach den Seiten und nach hinten hin in eine dunklere und stärker brechende Partie übergeht. Von der Kante gesehen zeigt der Kopf nach vorn hin eine zugespitzte Gestalt mit hinterem, dickerem, rundlichem, dunklerem und stark lichtbrechendem Theil.» In ihrer vorderen Partie sind die beiden Flächen ein klein wenig schalenförmig eingesenkt. Auf der Taf. XV habe ich nun in den Fig. 1 und 2, welche eine typische Spermie in gestreckter Lage (Fig. 1 mit dem Kopf von der Fläche und Fig. 2 von der Kante gesehen) abgebildet, und zwar nicht in ganz durchsichtigem Zustande, sondern auch mit Modellirung der Form. Das Vorderende, das von der Kante gesehen, stark zugespitzt erscheint, stellt das *Perforatorium* von Waldeyer dar; an den menschlichen Spermien lässt sich durch Färbungen u. d. nicht darthun, dass diese zugespitzte Partie sich von dem übrigen Kopfe durch besondere chemische Eigenschaften auszeichnet.

Neben dieser *ovalen* Form der Flächenansicht kommt aber auch äusserst häufig die mehr *elliptische* vor, und diese ist dann bald schmäler, bald breiter, so dass sie sogar in eine rundlich-scheibenförmige übergehen kann. Zuweilen findet man auch Spermienköpfe, die in ihrer vorderen Partie breiter sind als in ihrer hinteren. In den Fig. 3—24 der Taf. XV ist eine Anzahl von Spermienköpfen wiedergegeben, welche derartige gewöhnliche Formen darstellen. Bei sehr starker Vergrösserung und im durchsichtigen Bilde sieht man zwar nicht die Modellirung des Kopfes genau, beim Heben und Senken des Tubus erkennt man aber, dass dieselbe der in Fig. 1 und 2 wiedergegebenen Form mehr oder weniger ähnlich ist. Nicht gerade selten kommen solche Formen, wie die in Fig. 10 abgebildete breit-löffelförmige, vor. Gewöhnlich sind beide Kanten ziemlich symmetrisch gestaltet; hin und wieder ist aber doch die Gestalt des Kopfes etwas unsymmetrisch.

In der Seitenansicht wechselt die Form weniger; sie kann aber bald schmäler, bald breiter, gedrungener sein, und die Zuspitzung des vorderen Theils ist auch etwas verschieden. Die Fig. 2, 28—31 stellen einige solche Verschiedenheiten der Kantenansicht dar. Nicht selten erscheinen sie in dieser Ansicht schief und unsymmetrisch; in den meisten Fällen kommt dies wohl daher, dass der Kopf nicht ganz gerade, sondern etwas schief, von der Kante gesehen ist; es ist aber auch möglich, dass es zuweilen von einer unsymmetrischen Beschaffenheit des Kopfes herrührt, obwohl sich dies in solchen Fällen schwer nachweisen lässt.

Was die *Grösse* des Kopfes betrifft, so kommen sehr wechselnde Verhältnisse vor. Die von v. Wiedersperg, K. v. Bardeleben, Broman u. A. beschriebenen *Riesenspermien* sind, besonders in ihren niedrigeren Graden, keine seltenen Vorkommnisse. In den Fig. 25, 26 und 27 der Taf. XV sind einige solche Gebilde wiedergegeben. Die von Broman nachgewiesenen Zwergspermien sind noch reichlicher vorhanden. Die Fig. 36—39 stellen einige solche Spermien dar, in denen die Köpfe bei ziemlich erhaltener typischer Form nur hinsichtlich der Grösse sehr reducirt sind. Fig. 50 giebt ein Beispiel einer noch kleineren solchen Spermie. Zwischen diesen Zwergspermien und den typisch-grossen einerseits sowie zwischen diesen und den Riesenspermien andererseits kommen nun auch die verschiedensten Uebergänge vor. In den Figuren der Taf. XV sind mehrere solche Uebergangsformen abgebildet worden.

Bekanntlich hat man auch an den menschlichen Spermien eine *Kopfkappe* beschrieben. In der That erkennt man bei geeigneter Färbung, vor Allem nach Heidenhain, an den meisten Spermien eine dünne Hülle,

welche wie Broman angiebt, etwa die vorderen zwei Drittel oder drei Fünftel des Kopfes dicht anliegend bedeckt; bald reicht sie noch weiter hinab, bald hüllt sie nur die obere Hälfte oder das obere Drittel oder sogar noch weniger ein. Nicht selten sieht man den unteren Rand der Kappe als einen queren Strich den Kopf überziehen. In den Fig. 1, 2, 5, 8, 9, 17, 20, 25 u. s. w. ist die Kappe heller als die hinter ihr belegene Partie wiedergegeben, in den Fig. 6 und 7 hingegen dunkler. Nicht selten sieht man sogar an ihrem hinteren Umfange eine bandartige, ringförmige Verdickung (Fig. 8); zuweilen ist dieser hintere Rand schnurförmig und erscheint dann im Querschnitt beiderseits als ein glänzendes Korn. Ob *alle* Spermien im fertigen Zustande eine Kopfkappe besitzen, ist nicht eben leicht zu entscheiden, weil man sie auch bei guter Färbung nicht an allen sieht. Manche Thatsachen sprechen aber dafür, dass sie ein konstantes Vorkommniss ist, obwohl sie sich nicht immer färbt.

Der eigentliche Kopf zeigt bekanntlich in seinem vorderen und hinteren Theile eine verschiedene Lichtbrechung und nach der Behandlung mit Anilinfarbstoffen eine verschiedene Färbbarkeit, indem sich der hintere viel stärker färbt. Zum Theil hat man dies von der Dicke des Hintertheils hergeleitet; doch spricht manches dafür, dass dieser Theil auch in seiner Substanz von dem Vordertheil etwas verschieden ist. Carl M. Fürst hat ja gezeigt, dass die Spermien vom Stier, die auch im hinteren Theil stark abgeplattet sind, doch in diesem Theil durch Beale'sches Karmin, und zwar mit scharfer Grenze, gefärbt werden, während der Vordertheil nicht oder nur schwach gefärbt wird. Etwas ähnliches scheint auch bei den menschlichen Spermien vorzukommen; bei diesen hat in der That Pappenheim die verschiedene Färbbarkeit des Vorder- und Hinterstückes nachgewiesen. Auch geschieht es zuweilen, dass sich der Vordertheil, von der Kopfkappe abgesehen, in Hämatoxylin stärker färbt als der Hintertheil.

Trotz vieler Bemühungen ist es mir, ebenso wenig wie anderen Forschern, gelungen, in der Kopfsubstanz eine eigentliche Structur nachzuweisen. Nur gewisse *Einschlüsse* kommen bekanntlich in einzelnen Köpfen vor. Diese Einschlüsse sind recht räthselhaft und offenbar von etwas wechselnder Art. U. A. hat v. Bardeleben ihnen seine Aufmerksamkeit gewidmet, und in Broman's Abbildungen sieht man eine ganze Reihe solcher Gebilde wiedergegeben. Bisweilen scheint man sie als »Vacuolen» aufgefasst zu haben; ob sich dies zuweilen so verhält, lässt sich kaum sicher entscheiden, um so weniger als diese Bezeichnung im Allgemeinen etwas schwebend ist. Die Einschlüsse sind verschiedener Grösse; eine Art derselben stellt mehr oder weniger grosse, helle, sich in Färbungsflüssigkeiten (Anilinfarben, Hämatoxylin) nicht tingirende, scharf begrenzte, rundliche Körper dar, die meistentheils in der vorderen oder mittleren Partie des Kopfes liegen; bald ist nur ein derartiges Gebilde vorhanden, bald finden sich zwei, drei, vier oder noch mehr solche, die zerstreut oder an einer Stelle gehäuft liegen können. In den Fig. 10, 26, 35 und 43 der Taf. XV sind einige solche abgebildet. Neben diesen hellen, ziemlich schwach lichtbrechenden Körpern kommen aber auch andere vor, die das Licht stark brechen (Fig. 25, 32 und 40) und demnach als mehr oder weniger glänzende Kugeln erscheinen. Bald sind sie weniger scharf begrenzt, und zuweilen färben sie sich mit Hämatoxylin dunkel (Fig. 27). Ihre wahre Natur hat sich noch nicht ermitteln lassen; hoffentlich wird die Histogenese dies zu Wege bringen.

Schliesslich giebt es aber noch eine Art Einschlüsse, die von den bisher erwähnten zu unterscheiden sind. In vielen Spermienköpfen bemerkt man nach Färbung mit Hämatoxylin nach Heidenhain eine Art sehr feiner, »punktförmiger» Körper, die sich hierbei intensiv dunkel tingiren und scharf hervortreten; aber auch ohne solche Färbung sind sie als feine, »glänzende» Gebilde sichtbar; mit Rosanilin färben sie sich scharf röthlich. In ihrer Umgebung nimmt man in der Regel eine kleine helle Zone wahr, die nach aussen hin sehr bestimmt begrenzt ist. Sie kommen so oft vor, dass ich einmal vermuthete, sie seien möglicherweise constante Bildungen, obwohl sie nicht immer sichtbar waren; sie sind nämlich oft so ausserordentlich klein, dass man sie nur mit Mühe wahrnehmen kann; bei genauem Nachspüren, Heben und Senken des Tubus, erkennt man sie nicht selten in Köpfen, wo sie anfänglich nicht nachzuweisen waren. In der Regel sind sie nur einfach vorhanden; zuweilen trifft man sie auch zu zweien in einem Kopf. Gewöhnlich finden sie sich in der Vorderpartie, bald mehr in der Nähe der Spitze oder der Mitte desselben, bald auch neben der Kante; ausnahmsweise trifft man sie auch in der hinteren Partie. In den Fig. 1, 4, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 21, 23, 24, 25, 29—31 der Taf. XV sind diese Gebilde in Flächenansichten von Spermienköpfen sichtbar; in den Fig. 29, 30, 31 findet man sie in Kantenbildern dargestellt. Auch sie sind räthselhafter Natur, und es ist mir nicht gelungen, dieselbe zu enthüllen. Jedenfalls sind sie sehr oft vorhanden; man trifft sie zuweilen in den meisten Köpfen eines Sichtfeldes, in anderen Fällen aber nur hier und da. Es ist möglich, dass die von v. Bardeleben gesehenen und in seiner Fig. 3 a, b abgebildeten Körper, die er sogar als »Pol- oder Richtungskörper» deutete, indem er annahm, dass sie aus dem Kopfe durch

Ausstossung entfernt wurden, zu dieser Kategorie gehören. In seinen Figuren sieht man sie aber zu je zweien in jeder hellen Zone, was mit meinen Befunden nicht stimmt, so dass es schwer wird, die fraglichen Körner mit denen zu identificiren, die er gesehen hat; jedenfalls habe ich sie nie »in Ausstossung» begriffen gefunden.

Schliesslich will ich aber erwähnen, dass ich an der Aussenfläche des Kopfes, ihr anhängend, *grössere*, rundliche, tingirbare Körner (Fig. 34) in einzelnen Fällen getroffen habe, die wohl als von derselben Art aufzufassen sind, wie die in der Cytoplasmahülle des Verbindungsstückes (s. dies. Fig.) vorhandenen sog. Chromatinkörperreste; auch Broman scheint solche gesehen zu haben.

An seinem hinteren Ende ist der Kopf mehr oder weniger abgerundet oder auch quer abgesetzt; äusserst selten sieht man aber hier eine wahre Einsenkung, noch weniger, wie es früher zuweilen behauptet wurde, eine »lochförmige Oeffnung». In den meisten Fällen setzt sich an dieses Ende ein ausgeprägtes *Halsstück* an. Zwar ist es, wie v. Bardeleben betont, in manchen Fällen von der Hülle des Verbindungsstückes bedeckt, indem sich diese bis an den Kopf, oder sogar noch etwas weiter auf ihn hinauf fortsetzt. Gewöhnlich endigt sie jedoch am unteren Anfange des Halsstückes. Dieses ist, wie die Figuren der Taf. XV zeigen, von etwas wechselnder Länge und Breite; es verbreitert sich, besonders in der Flächenansicht betrachtet, vom Verbindungsstück bis zum Kopf. Es ist, auch bei starker Hämatoxylin-Färbung, hell und durchsichtig und nimmt sehr wenig Farbe auf. In ihm finden sich aber die vorderen, proximalen *Centralkörper*derivate. Wie Broman neulich nachgewiesen hat, bestehen diese constant aus *zwei* neben einander belegenen Körnern. In einer Anzahl sehr gut gefärbter Präparate habe ich dieses Verhältniss stets gefunden. Die von Broman veröffentlichten Figuren sind zwar nicht besonders deutlich ausgefallen; sofern ich dieselben richtig auffasse, verlegt er die Körner hier stets in den eigentlichen Ansatz des Halsstückes, dicht am Kopfe. Dies lässt sich wohl als das Typische betrachten; in sehr vielen Fällen trifft man sie in der That an dieser Stelle; in anderen liegen sie aber in der Mitte des Halsstückes, ungefähr mitten zwischen dem Kopfe und dem Verbindungsstücke (Fig. 4, 16, 19, 26 der Taf. XV). Ausserdem traf ich aber die Körner auch in sehr vielen Fällen weiter hinten, am vorderen Ende des Verbindungsstückes (Fig. 11, 12 der Taf. XV). Wenn nun auch die vordere Lage der Körner, dicht hinter dem Kopfe, als die typische anzusehen ist, so lassen sich doch die anderen beiden hier erwähnten Lagen, die mittlere und die hintere, im Allgemeinen nicht als künstlich entstandene, abnorme, betrachten, sobald nämlich das Halsstück in innigem Zusammenhang mit dem Kopfe steht; zwar ist es denkbar, dass sich das Halsstück zuweilen etwas ausgedehnt hat; wenn es aber vom Kopfe nicht abgerissen ist und die Körner als runde, scharf begrenzte Körperchen symmetrisch in der Substanz des hellen Halsstückes belegen sind, kann ich nicht umhin, sie als in natürlichem Zustande gelagert anzusehen; für diese Auffassung spricht auch eben die Thatsache, dass die Körner oft am Hinterende des Halsstückes, am Vorderende vom Achsenfaden des Verbindungsstückes, liegen können. Man trifft ja hin und wieder sogar Schwänze ohne Kopf, deren Vorderende mit zwei, durch Hämatoxylin geschwärzte Körner versehen ist (Fig. 61 der Taf. XV); aber auch bei erhaltenem Kopfe kommt, wie oben erwähnt, dies oft vor (Fig. 4, 11). Wenn sie vorn oder in der Mitte belegen sind, nimmt man zuweilen, obwohl nur ganz schwach, andeutungsweise, wie sie Meves bei gewissen Thierspermien angegeben hat, zwei Streifen oder Stränge wahr, welche von dem Verbindungsstück nach den Centralkörperkörnern emporsteigen; weil sie viel heller und undeutlicher als die Achsenfäden des Verbindungsstückes erscheinen, sind sie, wie auch dieser Forscher betont, nicht als eine directe Fortsetzung derselben aufzufassen.

Als ich nun, nachdem die obige Darstellung schon im Druck war, meine besten Präparate wieder durchmusterte, um die Frage der typischen Lage der Centralkörperkörner noch eingehender zu eruiren, constatirte ich noch bestimmter, dass sie sicherlich nicht als Regel dicht am hinteren Ende des Kopfes liegen. Man trifft sie im Gegentheil nicht nur oft in der Mitte des Halsstückes, sondern auffallend oft als zwei scharf begrenzte und verhältnissmässig grosse Körner am hinteren Ende desselben, am Vorderende des Verbindungsstückes, d. h. ungefähr so gelagert, wie sie früher von Jensen und Ballowitz bei den Spermien verschiedener Säugethiere als »Endknöpfe» beschrieben worden sind. Dies ist sehr oft der Fall, wenn man den Kopf und das Halsstück in natürlicher Lage erhält. Es wird aber noch auffallender, wenn eine Luxation des Kopfes eingetreten ist, indem hierbei die Körner am Verbindungsstücke geblieben sind und ihm in der That als eine Art von Endknöpfen ansitzen. In solchen Fällen kommt man auf den Gedanken, ob diese Körner wirklich die echten proximalen Körner seien; hin und wieder glaubt man sogar an einzelnen Spermien zwei Paare von Körnern im Halsstück wahrzunehmen, nämlich, ausser dem eben beschriebenen, am Vorderende des Verbindungsstückes gelagerten, stärkeren und dunkler gefärbten, noch ein vorderes, am Hinterende des Kopfes befindliches, kleineres und weniger dunkel gefärbtes, wie

die Fig. 12 der Taf. XV und die Fig. 20 der Taf. XVI es. wiedergeben. Zuweilen treten auch diese vorderen Körner ziemlich deutlich hervor, oft sind sie aber nur andeutungsweise vorhanden, so dass man in Bezug auf ihr Vorhandensein unsicher wird. Ob nun in solchen Fällen durch eine wiederholte Theilung der proximalen Körner ein solches Doppelpaar entstanden ist, kann nicht ohne Weiteres entschieden werden; jedenfalls treten aber dabei die hinteren beiden Körner viel schärfer und ausgeprägter hervor. Man könnte in diesen Fällen auch auf den Gedanken kommen, dass die beiden hinteren Körner als Vorderstück der distalen Centralkörperkörner aufzufassen seien; dann hätte aber eine Zweitheilung dieses Stückes stattgefunden, was wohl bis auf Weiteres gegen eine solche Deutung sprechen dürfte. Diese Frage lässt sich also noch nicht mit Sicherheit entscheiden.

Das *Verbindungsstück* selbst ist von etwas wechselnder Länge. Im Allgemeinen ist es ungefähr so lang wie der Kopf; zusammen mit dem Halsstück ist es also etwas länger als dieser. Indessen ist hierbei daran zu erinnern, dass die Länge des Kopfes wechselt, so dass hierdurch keine exakten Maassverhältnisse angegeben werden, sondern nur approximative.

Die Dicke des Verbindungsstückes ist, wie ein Blick auf die Figuren der Taf. XV zeigt, auch etwas wechselnd. Dies hängt im Allgemeinen von der Dicke der *Hülle*, aber in anderen Fällen auch von der Präparation selbst ab. Nach der Fixirung in Carnoy'schem, Zenker'schem oder Flemming'schem Gemisch erscheint es in der Regel ziemlich schmal (Fig. 1, 2, 3 der Taf. XV); zuweilen ist aber die Hülle dicker (Fig. 5—7, 13, 14, 15); sie kann sogar wulstig aufgetrieben und, wie oben erwähnt, über dem Halsstück bis auf das Hinterende des Kopfes aufgeschoben sein. Nach Maceration in Kochsalzlösung schwillt sie ein wenig auf und wird noch etwas dicker (Fig. 8, 17, 18, 40). Die hintere Grenze dieser Hülle, welche nicht immer ganz scharf abgesetzt ist, sondern sogar etwas verwischt sein kann, tritt nach der Behandlung mit Kochsalzlösung, Rosanilin und Acetas kalicus oft scharf hervor und erscheint dann als ein dunkler Querstrich, der wohl dem distalen Centrosomenring entspricht (Fig. 17, 18, 25, 40 der Taf. XV). Die Hülle wird nach vorn hin oft etwas breiter als hinten. Dagegen habe ich bei den fertigen Spermien am Vorderende des Verbindungsstückes keine Centralkörperderivate nachweisen können.

Die Structur der Hülle des Verbindungsstückes ist sehr schwer zu eruiren. Wenn man sich nur an die Verhältnisse beim Menschen hält, so lässt sich in der That ihre spiralige Zusammensetzung kaum darthun. Auch nach langer Maceration der Spermien konnte ich mich von dieser Structur nie überzeugen. Hin und wieder glaubt man zwar eine Andeutung von einer spiraligen Anordnung zu sehen, nie aber mit Sicherheit. Ich will indessen nicht die *Möglichkeit* eines derartigen Baues auch beim Menschen verneinen, verlange vielmehr nur die sicheren Beweise, die überzeugenden Präparate. Deshalb kann ich bis auf Weiteres nicht die Benennung »Spiralhülle» annehmen. Auch nach der besten Fixirung und Färbung, ebenso wie nach kurzer oder langer Maceration, sah ich die Hülle nur unbestimmt gekörnt mit etwas rauher Begrenzung; die Körner zeigten sich aber an den Rändern nicht als optische Durchschnitte eines regelmässig spiralig angeordneten Fadens.

Recht oft trifft man die von den Autoren beschriebene sog. *Cytoplasmahülle,* die auch Broman an zwei seiner Abbildungen von normalen menschlichen Spermien wiedergegeben hat (s. seine letzte Abh., Fig. 37 und 38). Diese Hülle zeigt sich von verschiedener Länge und Breite; bald umgiebt sie nur den proximalen Theil des Verbindungsstückes und das Halsstück, bald einen grösseren Theil oder sogar das ganze Verbindungsstück, bald zieht sie sogar etwas auf den Kopf hinauf (Fig. 20—24 der Taf. XV). Hin und wieder trifft man in ihr sich durch Hämatoxylin dunkel färbende rundliche Körner oder Kugeln, die man als Chromatinreste (Broman) gedeutet hat (Fig. 34 der Taf. XV).

Nicht gerade selten hat sich die eigentliche Hülle des Verbindungsstückes abgestreift oder mehr oder weniger verschoben (Fig. 41 und 42 der Taf. XV). Dann liegt der *Achsenfaden* als ein gerader, gleichmässig breiter Strang enthüllt. Zuweilen hat diese Blosslegung des Achsenfadens aber nur ein ganz kleines Stück zwischen dem Hinterende des Verbindungsstückes und dem Anfang des Hauptstückes betroffen (Fig. 40).

Das *Hauptstück* zeigt sich, wie Broman hervorhebt, auch von verschiedener Dicke; die Länge dieses Stückes wechselt im Ganzen ziemlich wenig.

Das *Endstück* ist bei den menschlichen Spermien in der Regel deutlich ausgeprägt und vom Hauptstück gut abgesetzt, und zwar um so deutlicher, je dicker die Hülle des Hauptstückes ist. Die Länge des Endstückes ist im Vergleich mit den Spermien anderer Säugethiere (Stier, Katze) ziemlich bedeutend (Fig. 1 und 2 der Taf. XV). In der Fig. 62 habe ich, bei derselben Vergrösserung wie die sämmtlichen Figuren der Tafel XV und XVI, das längste Endstück, das ich gesehen, abbilden lassen.

Ehe ich zu dem eigentlichen Thema dieser Mittheilung übergehe, werde ich mit einigen Worten die ausgesprochenen *Anomalien* des Kopfes berühren. Ausser den Riesen- und Zwergköpfen giebt es nämlich bei jedem untersuchten Individuum eine grosse Anzahl von solchen Anomalien, und dies sowohl hinsichtlich der Form als der Grösse. von Wiedersperg, von Bardeleben und Broman haben solche Spermien schon besprochen und abgebildet, und vor Allem hat der letztgenannte Autor in seiner eben erschienenen Arbeit (Anatom. Anz., Bd 21, Aug. 1902) eine umfassende Darstellung mit vielen Figuren solcher Spermien gegeben. Ich werde deshalb auf eine Beschreibung der verschiedenen Formen dieser Gruppe atypischer Spermien nicht eingehen, sondern aus meinen alten und neuen Annotationen nur einige wenige Figuren (Fig. 44—60 der Taf. XV) beifügen. In den Fig. 44, 45 und 46 sind drei Fälle abgebildet, in denen der Kopf von der normalen Verbindung mit dem Schwanze abgelöst und dem Verbindungsstück mehr seitlich angefügt war. In der That trifft man, wie oben erwähnt, hin und wieder auch Schwänze ganz ohne Kopf; die Fig. 61 der Taf. XV stellt einen solchen Fall dar, in welchem die beiden Centralkörperkörner den Schwanz nach oben hin endigten. Ob aber in solchen Fällen durch die Präparation der Kopf künstlich abgerissen war, was wohl das Wahrscheinlichste ist, lässt sich nicht darthun. Von den übrigen Anomalien sind die in den Fig. 58, 59 und 60 dargestellten von besonderem Interesse, weil sie recht oft vorkommen und auch schon von anderen Autoren gelegentlich erwähnt und abgebildet sind; sie sind auch deshalb von Interesse, weil sie bei der Darstellung der Doppelschwänze wiederkehren. Man hat wohl mit Recht den »Endknopf» dieser Spermien als einen verkümmerten Kopf aufgefasst. Leider gelang es mir nicht, an ihnen die proximalen Centralkörperkörner aufzuspüren; die Hülle des Verbindungsstückes fehlte in diesen Fällen stets, so dass der Achsenfaden enthüllt vorlag. Noch schwieriger sind solche »stabförmige» Spermien, wie die in den Fig. 56 und 57 abgebildeten, sicher zu erklären. Die in den Fig. 54 und 55 dargestellten sind deshalb von Interesse, weil am Kopfe eine scharfe Trennung des Hinterstückes vom Vorderstück angegeben ist, und an dem vorigen sogar eine Verschiebung der beiden Stücke gegen einander vorliegt.

Ich komme jetzt zu denjenigen atypischen Spermienformen, welche hauptsächlich den Gegenstand dieser Mittheilung bilden sollte: die *zweischwänzigen Spermien* oder die sog. *Doppelschwänze,* wie ich sie in meiner ersten diesen Gegenstand betreffenden Abhandlung nannte.

In manchen normalen typischen Spermien bemerkt man, vor Allem wenn die Hülle des Verbindungsstückes ausgebildet oder oben abgerissen ist, dass das obere Ende des Achsenfadens dieses Stückes eine mehr oder weniger ausgesprochene Andeutung zur Zweitheilung darbietet. Dies tritt z. B. in den in Fig. 1, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 15, 20, 35, 40 u. s. w. abgebildeten Spermien recht deutlich hervor. In Fig. 22 und 47 sieht man noch bestimmter zwei Achsenfäden; und in dem kopflosen Schwanz (Fig. 61) bemerkt man gleichfalls diesen Umstand. Zu *jedem* von diesen beiden Theilfäden gehört ein Centralkörperkorn, welches oft gewissermassen als »Endknopf» über dem Faden belegen ist. Diese beiden, mehr oder weniger distincten Fäden laufen aber in den typischen Spermien zu einem Faden zusammen. Manches deutet indessen darauf hin, dass der Achsenfaden in sich selbst aus zwei Theilfäden besteht, die, wie vor Allem Ballowitz bei verschiedenen Thieren gezeigt hat, ihrerseits aus einer Anzahl feiner Fäserchen zusammengesetzt sind. Von dieser Thatsache ist es ja bei dem Stier, dem Meerschweinchen und der Ratte leicht sich zu überzeugen. Beim Menschen ist es aber viel schwieriger, diesen Bau durch Maceration nachzuweisen; trotz vielfacher Versuche ist mir dies nicht gelungen; die menschlichen Spermien sind wundervoll resistent; obwohl sie in Flüssigkeiten (0,7 % Kochsalzlösung), wo die Fäulniss schon in drei oder vier Wochen vorsichging, macerirt waren, zeigten sie keinen Zerfall. Diese Thatsache ist auch von anderen Forschern hervorgehoben.

Indessen geben in dieser Beziehung die oben erwähnten Verhältnisse bei den normalen, typischen Spermien gute Anhaltspunkte. Die bei anderen Säugethieren gemachten Befunde, welche auf eine Zusammensetzung des Achsenfadens aus wenigstens zwei Theilfäden schliessen lassen — ein Umstand, auf den ich unten etwas näher zurückkomme — sprechen auch ganz besonders für eine solche Anschauung.

Was nun die *Doppelschwänze* betrifft, so habe ich schon früher, und nun wiederum in diesem Jahre, eine nicht unbedeutende Anzahl von solchen Bildungen vor Augen gehabt und eine Reihe von ihnen abbilden lassen.

Wenn man die ausgeprägtesten Doppelschwänze betrachtet, so ist es a priori nicht sogleich klar, wie man diese Missbildung zu erklären hat. Ueberblickt man aber eine Anzahl verschieden ausgebildeter Formen, so bemerkt man, dass sich die allermeisten gewissermaassen in eine Reihenfolge verschiedener Stufen ordnen lassen. Erstens erkennt man eine Gruppe, die sich den normalen, typischen eng anschliesst. Auf Taf. XVI habe ich eine Anzahl solcher Formen zusammengestellt, weil nach meiner Ansicht gerade diese Formen, wenigstens in den

meisten Fällen, den Schlüssel zur Erklärung vieler Exemplare dieser Missbildung geben können. Die Fig. 1, 9, 11 (Taf. XVI) stellen Spermien dar, in welchen man eine Spaltung des oberen Theils des Schwanzachsenfadens sehr deutlich wahrnimmt, wo aber die beiden Theilfäden etwas weiter unten zu einem Faden zusammenlaufen. In den Fig. 2 und 4 ist diese Spaltung etwas weniger deutlich hervortretend; es kommt nämlich bei diesen Spermien oft vor, dass, wie in Fig. 2 die Schwanzhülle, auch die des Hauptstücks, sehr stark ausgebildet ist. An der in Fig. 2 dargestellten Spermie erkennt man jedoch die vorhandene, äusserst schmale, helle Spaltlinie weit nach hinten hin reichend; in dem eigentlichen Schwanzende, und vor Allem im Endstück, sind sie aber so innig verschmolzen, dass man keine Trennung mehr bemerkt: das Endstück ist den beiden Fäden durchaus gemeinsam. In den in Fig. 5 und 6 abgebildeten Spermien ist dies ebenso der Fall; hier bemerkt man aber die Spaltung bis ganz in die Nähe des Endstücks. In Fig. 14 ist die Spaltung oben sehr stark ausgesprochen; unten laufen die beiden Fäden innig zusammen. Von diesen hier besprochenen Stadien ist nun der Uebergang zu den echten Doppelschwänzen nur ein geringer: wenn die Spaltung auch im Endstück durchgeführt ist, liegt der wahre Doppelschwanz fertig vor. Die Fig. 15, 16 und 18 stellen solche Gebilde dar. Die Fig. 7 giebt eine vollständig ausgeprägte Doppelschwanz-Spermie wieder, in welcher indessen, wie zuweilen der Fall ist, die beiden Schwanzfäden nicht ganz gleich lang, aber beide mit deutlichen Endstücken versehen sind.

Wie sind nun alle diese mehr oder weniger doppelgeschwänzten Spermien gebaut? Der *Kopf* ist im Allgemeinen, oder wenigstens nicht selten, wie bei den normalen, typischen einschwänzigen beschaffen; hin und wieder ist er zwar auch mehr oder weniger atypisch geformt, und es kommt vor, dass er, wie in der in Fig. 21 abgebildeten Spermie, nur aus einem verkümmerten Chromatinstück besteht, von dem die zwei Fäden getrennt ausgehen, um unten im Endstück entweder zusammenzulaufen (Fig. 21) oder auch hier gespaltet zu sein.

Das *Halsstück* ist in der Regel vorhanden und mehr oder weniger deutlich ausgebildet. Bei der vollständig durchgeführten Trennung der beiden Achsenfäden findet man an jedem ein schmäleres Halsstück (Fig. 1, 5, 6, 8, 9, 13, 14 und vor Allem Fig. 7 der Taf. XVI). Bei der zuletzt angeführten Fig. (7) ist zu bemerken, dass die beiden Halsstücke nicht gleich lang sind, indem das eine länger und in der That ungewöhnlich lang ist.

In dem Halsstück, auch wenn es ganz getheilt und doppelt ist, konnte ich in meinen Präparaten in der Regel nicht mehr als *zwei* proximale *Centralkörperkörner* finden, und zwar ein Korn für jeden der beiden Theilfäden des Achsenfadens. Diese Körner liegen, wie bei den typischen Spermien, entweder an der Ansatzstelle des Halsstückes am Kopfe, oder etwas weiter nach hinten hin, in dem hellen Halsstück eingeschlossen, oder am vorderen Ende der Theilfäden des Achsenfadens. So bald man gute Präparate, d. h. eine scharfe Färbung mit guter Differenzirung vor sich hat, macht es keine Schwierigkeit, mit der homogenen Immension und guter Beleuchtung die Centralkörperkörner als ganz distincte, scharf umschriebene und conturirte, runde Körperchen wahrzunehmen. In einer ganzen Reihe von solchen doppelschwänzigen Spermien habe ich mich davon überzeugt, dass nur zwei Körner vorhanden waren. Ich will aber hiermit nicht bestreiten, dass auch eine andere Gruppe solcher atypischer Spermien vorkommen kann, in denen mehr als zwei Centralkörperkörner vorhanden sein können. Bei einer erneuerten Durchmusterung meiner besten Präparate gelang es mir nun auch in der That in der letzten Zeit, eine solche Spermie zu finden. Die Fig. 19 der Taf. XVI giebt das vordere Ende derselben wieder. Am hinteren Ende des Halsstückes waren ganz deutlich drei Körner zu sehen, und das eine von diesen konnte vielleicht zwei Körnern entsprechen, von denen das eine von dem anderen theilweise verborgen war. Am Hinterende des Kopfes sah man auch, obwohl etwas verschwommen, eine Andeutung von drei sehr kleinen Körnchen. Im Ganzen stimmt aber das Verhalten dieser Spermie mit der Darstellung Broman's ziemlich gut überein.

Das *Verbindungsstück* ist im Allgemeinen von der gleichen Länge wie bei den typischen Spermien. Die Hülle ist bald dünner, bald dicker, bald für beide Theilfäden des Achsenfadens gemeinsam, bald für jeden derselben besonders angelegt. Die Figuren der Taf. XVI zeigen diese Verhältnisse in verschiedenen Variationen. Zuweilen findet man auch bei Doppelschwänzen eine *Cytoplasmahülle* (Fig. 17).

Am *Hauptstück* und *Endstück* des Schwanzes ist nichts anderes als das schon oben Angeführte zu bemerken. Die Dicke der Hülle des ersteren ist verschieden; bei unvollständiger Trennung der Fäden ist die Hülle gewöhnlich stark (Fig. 2 der Taf. XVI); bei vollständiger Trennung ist jeder Faden mit einer besonderen Hülle versehen (Fig. 7); wenn die Trennung der Fäden nun theilweise durchgeführt worden, ist die Hülle nur für die freien Partieen der Fäden separat, sonst für beide gemeinsam. Wie oben erwähnt wurde, ist das Endstück entweder für beide Fäden gemeinsam, indem sie in demselben allem Anscheine nach vereinigt sind, oder auch — bei vollständiger Trennung des Hintertheils — giebt es für jeden Faden ein besonderes Endstück.

In der Flächenlage des Kopfes sieht man in der Regel die beiden Theilfäden neben einander liegen; in der Kantenlage erscheinen sie gewöhnlich als ein einfacher Faden, und die beiden Centralkörperkörner imponiren als ein ziemlich grosses Korn. Einmal sah ich aber (Fig. 10 der Taf. XVI) in der Kantenlage eine Spermie, an welcher zwei Theilfäden und zwei Centralkörperkörner sichtbar waren; hier war also wahrscheinlich der Ansatz der Schwanzfäden am Kopfe quer, im Vergleich zu der typischen Ansatzweise oder auch war der Kopf künstlich gedreht.

Wenn die Schwanzfäden frei sind, findet man sie nicht einander parallel, sondern sie kreuzen einander in verschiedener Weise. An den unvollständig getrennten Schwänzen sieht man oft hier und da eine Drehung der Fäden um die gemeinsame Achse, und an den Drehungsstellen zeigt sich der ganze Schwanz schmäler; er ist nämlich, im Ganzen genommen, abgeplattet (Fig. 6 der Taf. XVI).

Die Doppelschwänze sind keine eigentlich seltenen Vorkommnisse. Broman betont, dass im Ganzen die Frequenz der atypischen Spermien bei verschiedenen Individuen sehr verschieden ist; im Sperma von 5 Individuen konnte er, wie oben angeführt wurde, nur etwa 1—2 zweischwänzige, einköpfige Spermien auf 1,000 normale zählen, im Sperma von 2 anderen Ind. dagegen 20—40 auf 1,000 normale. Bei den vier von mir untersuchten Individuen traf ich die Doppelschwänze — wenn ich zu dieser Gruppe nicht nur diejenigen mit vollständig getrennten, sondern auch die mit mehr oder weniger zusammenhängenden doppelten Schwänzen rechne — im Ganzen noch öfter. Es ist zwar äusserst schwer und mühsam, in den Präparaten bei der starken Vergrösserung eine genaue Zählung durchzuführen; oft liegen ja die Spermien so dicht angehäuft, dass man sie nicht genau überblicken kann. Hier und da trifft man in demselben Gesichtsfelde mehrere Doppelschwänze neben einander, in anderen Gesichtsfeldern aber gar keine. Die gewöhnlichsten unter diesen atypischen Spermien sind meiner Erfahrung nach diejenigen, in welchen, wie die in den Fig. 2 und 5 abgebildeten, die beiden Theilfäden des Schwanzes einander parallel und von einer gemeinsamen Hülle umgeben sind. Broman scheint aber gerade solche Formen selten angetroffen zu haben: »In seltenen Fällen», sagt er, »habe ich auch zweischwänzige Spermien gesehen, welche nicht nur im Verbindungsstück, sondern auch im Hauptstück mit einander verbunden waren», und er weist hierbei auf eine Figur hin, die mit meiner Fig. 2 übereinstimmt. Solche Spermien habe ich aber, wie erwähnt, besonders oft angetroffen; man kann sie aber leicht übersehen, wenn man ihnen nicht speciell nachspürt. In einigen Präparaten waren sie so zahlreich, dass ich sie auf 1—2 % veranschlagen darf, in anderen waren sie aber sparsamer vorhanden. Ich betone ihre Frequenz eben deshalb, weil sie meiner Ansicht nach dazu beitragen kann, die Natur der Doppelschwänze zu erklären.

Was nun diese Erklärung betrifft, so bin ich, wie schon aus der obigen Darstellung hervorgehen dürfte, zu der Ueberzeugung gelangt, dass wenigstens *die Mehrzahl der einköpfigen Doppelschwänze durch eine Spaltung des Achsenfadens in zwei Theilfäden entstehen.* Aller Wahrscheinlichkeit nach ist, wie oben betont wurde, der Achsenfaden der normalen Spermien aus zwei solchen Theilfäden zusammengesetzt, die ihrerseits aus feineren Fäserchen bestehen; diese beiden Fäden können sich aber in einzelnen Fällen mehr oder weniger von einander trennen; dadurch entstehen die verschiedenen Ausbildungsstufen der Doppelschwänze. Gerade das Vorkommen der vielen Uebergangsformen von den normalen einschwänzigen zu den ausgeprägten doppelschwänzigen ist ein kräftiger Beweis für diese Erklärung der Entstehung der letzteren Formen. Vor Allem ist zu betonen, dass man besonders oft an solchen nur theilweise getrennten Doppelschwänzen *nur ein Endstück* wahrnimmt, in welchem, wie in den echt typischen, einschwänzigen, die beiden Achsenfäden zu einem einzigen Faden zusammenlaufen, der gewöhnlich nicht dicker als bei den einschwänzigen ist. Wäre in diesen Fällen, in histogenetischem Sinne, eine wirklich *doppelte* Schwanzanlage vorhanden, so könnten die beiden Schwänze kaum zu einem einzigen Endstück verschmelzen; jedenfalls wäre eine derartige Zusammenlöthung recht eingenthümlich. Wie oben erwähnt wurde, hat in der That Maddox schon die Vermuthung ausgesprochen, dass die Doppelschwänze durch Spaltung des Schwanzes entstehen. Dies stimmt also in auffallender Weise mit meiner Auffassung überein.

Für eine solche Deutung spricht meiner Ansicht nach auch in hohem Grade die oben hervorgehobene Thatsache, dass ich, wie bei den einschwänzigen Spermien, bei den Doppelschwänzen in der Regel *nur zwei proximale Centralkörperkörner* angetroffen habe, und dass sich diese immer in etwa derselben Weise zu dem Schwanze verhalten wie bei den normalen einschwänzigen, wobei ein Korn auf jeden Theilfaden des Schwanzes, resp. auf jeden Schwanz der Doppelschwänze kommt.

Broman hat indessen, wie oben erwähnt, durch seine histogenetischen Untersuchungen dargethan, dass auch beim Menschen eine andere Entstehungsweise der Doppelschwänze vorkommt. Ich werde dies jedenfalls gerne acceptiren, um so viel mehr als ich mich nun auch vom Vorkommen von mehr als zwei Centralkörperkörnern

selbst überzeugt habe, und also als eine Möglichkeit annehmen, dass diese Gebilde in verschiedener Weise entstehen können.

Das von mir als Regel gefundene Vorkommen von nur zwei Centralkörperkörnern in echten Doppelschwänzen könnte freilich auch durch eine ausgebliebene Theilung des proximalen Centralkörpers erklärt werden, wodurch auch für solche Fälle die Erklärung von Broman gelten könnte. Ein solches Ausbleiben ist natürlicherweise im gegebenen Falle fast unmöglich zu beweisen. Diese Deutung reicht aber übrigens nicht hin, um die Gestaltung der verhältnissmässig zahlreichen nur *theilweise* gespaltenen Doppelschwänze zu erklären.

Was die *3—4-schwänzigen* einköpfigen Spermien betrifft, welche, wie es scheint, zuerst von Cutler und dann neulich genauer von Broman beschrieben und abgebildet wurden, so habe ich bezüglich dieser Bildungen keine eigenen Erfahrungen und werde mich deshalb über ihre Entstehungsweise nicht äussern.

Von den *mehrköpfigen* habe ich fast nur die *zwei*köpfigen gesehen. Dreiköpfige haben schon Cutler und Bertachini gefunden, und Broman hat interessante Beispiele von ihnen dargestellt; solche gelang es mir nur einmal sicher zu sehen. Auf meiner Taf. XVI theile ich einige Abbildungen von den zweiköpfigen Spermien mit. Die Fig. 24 stellt eine solche Doppelspermie dar, in welcher die beiden, nach oben hin selbstständigen Schwänze sich bald zu *einem* Schwanz vereinigten und in ein Endstück ausliefen. Ungefähr dasselbe war bei der in Fig. 25 abgebildeten Spermie der Fall. In Fig. 23 sieht man noch weit am Schwanze hinab die Trennung der beiden Schwanzfäden; in Fig. 22 ebenso fast bis zum Endstück; im letzteren Falle waren die beiden Schwänze besonders dick, was offenbar von einer auffallend dicken Hülle des Hauptstücks herrührte; das Endstück war nämlich ganz dünn. In Fig. 26 zeigten sich die beiden Schwänze oben in je zwei Fäden getheilt, die aber weiter unten sämmtlich zu einem Achsenfaden zusammenliefen; im oberen Theil repräsentiren sie also gewissermaassen zwei Doppelschwänze mit je zwei Centralkörperkörnern (wie in Fig. 24). Sowohl in der Fig. 22 wie in Fig. 23 und 26 sieht man eine Cytoplasmahülle in verschiedenen Graden der Ausdehnung.

Da ich aber über diese Spermienformen keine eingehenderen Erfahrungen besitze, werde ich sie nicht näher besprechen.

Bei der von mir gesehenen dreiköpfigen Spermie waren die Schwänze innig mit einander vereinigt.

Im Anschluss an die oben gegebene Darstellung der Verhältnisse beim Menschen dürften einige Mittheilungen über entsprechende Befunde bei Säugethieren vielleicht von Interesse sein. Ich werde jedoch diesmal nur vom *Stier, Kater, Kaninchen* und *Meerschweinchen* einige solche Befunde in aller Kürze anführen, welche auf die bezüglichen Verhältnisse beim Menschen einiges Licht zu werfen und meiner Ansicht nach die Richtigkeit der oben gegebenen Auffassungsweise zu bestätigen geeignet sind.

1. Die Spermien des Meerschweinchens.

Die Spermien dieses Thieres sind von mehreren Forschern und vor Allem in der neuesten Zeit von Meves in ganz vorzüglicher Weise untersucht und beschrieben worden, weshalb ich auf ihre Schilderung nicht eingehen will. Die Construction des Kopfes samt der Kopfkappe hat er eingehend dargestellt; ebenso schildert er das Halsstück und das Vorhandensein von *drei* Centralkörperkörnern beim Ansatz am hinteren Kopfende.

Schon vor längerer Zeit hat E. Ballowitz dargethan, dass bei verschiedenen Säugethierspermien der Achsenstrang des Schwanzes aus zwei Fäden besteht, die ihrerseits aus mehreren Fäserchen zusammengesetzt sind. Diesen Bau aus Fäserchen hatte auch O. S. Jensen bald nachher wahrgenommen.

Beim Meerschweinchen gelingt es in der That am Verbindungsstück diesen Bau nachzuweisen; sowohl nach der Fixirung in Carnoy'scher als Zenker'scher Mischung und Färbung nach Heidenhain habe ich hiervon überzeugende Präparate bekommen. Dies trat aber auch ein, wenn ich die Spermien in 0,7 % Kochsalzlösung macerirte und sie nachher mit Rosanilin färbte. Dabei zeigte es sich jedoch, dass am Verbindungsstück in der Regel nicht nur zwei stärkere Fäden zu unterscheiden sind, sondern auch dass zwischen ihnen noch ein *dritter*, gewöhnlich dünnerer vorkommt, der sich besonders in der vorderen Hälfte des Verbindungsstückes deutlich warnehmen, oft

aber noch bis zum hinteren Ende desselben verfolgen lässt; zuweilen scheint es, als ob sich dieser dünnere Faden einem der anderen beiden anlege und weiter hinten mit ihm verschmelze. Diese drei Fäden entsprechen den drei Centralkörperkörnern. Auf Taf. XVII ist in Fig. 1 der Vordertheil einer Spermie des Meerschweinchens dargestellt, an dem die Hülle des Verbindungsstückes erhalten ist. Die Fig. 2, 3, 4, 5 und 7 geben aber solche Exemplare wieder, wo diese Hülle abgelöst ist und man die Zusammensetzung des Achsenfadens wahrnimmt. In Fig. 2 sieht man nur zwei Fäden; es war hierbei nicht zu eruiren, ob ein dritter dünnerer hinter einem der beiden dickeren versteckt lag. In Fig. 4 sind die drei Fäden mit aller Deutlichkeit in ihrem ganzen Verlaufe zu verfolgen; es ist nur eigenthümlich, dass zwei von ihnen gewunden und somit länger als der dritte sind. In Fig. 5 sind auch drei Fäden vorhanden; hier bemerkt man aber noch ein Fäserchen, das von dem einen derselben nach einem der anderen hinüberläuft. In Fig. 3 bemerkt man vier Fäden, und in Fig. 5 sind sogar fünf da, indem sich die zwei dickeren in je zwei Fädchen gespaltet haben. Nach Allem was ich gesehen habe, besteht also der Achsenfaden aus drei Fäden, einem für jedes Centralkörperkorn; die Fäden können sich aber noch in mehrere feinere Fädchen trennen. Am hinteren Ende des Verbindungsstückes findet man oft in ausgeprägter Entwicklung den distalen Centralkörperring; dies ist besonders deutlich, wenn die Hülle nach vorwärts verschoben ist; in Fig. 6 ist eine solche Spermie abgebildet.

Am vorderen Ende des Verbindungsstückes treten stets die getrennten Fäden an einer Stelle näher zusammen und scheinen durch eine in Hämatoxylin sich grau färbende Substanz zusammengehalten zu sein; die Fig. 7 zeigt dieses Verhältniss; wie oft der Fall ist, sieht man hier auch, die proximalen Centralkörperkörner als »Endknöpfe» der Fäden gelagert. In anderen Fällen trifft man solche Körner am vorderen Ende des Halsstückes, dicht hinter dem Kopfe (Fig. 1). Meves beschreibt in der That hier eine doppelte Reihe von Centralkörperkörnern: die eben erwähnten Bilder könnten für eine solche Auffassung sprechen. Indessen muss ich gestehen, dass ich nie gleichzeitig, an derselben fertigen Spermie, zwei solche Reihen von Körnern, die eine am vorderen, die andere am hinteren Ende des Halsstückes, deutlich gefärbt gesehen habe. In den entsprechenden Figuren von Meves (vom J. 1899, Arch. f. mikr. Anat. Bd 54, Taf. XXI, Fig. 50 etc.) kann ich ebenfalls nur die Reihe der vorderen drei Körner deutlich sehen.

Durch die Präparation kann ja indessen hin und wieder eine Abtrennung des Kopfes, oder wenigstens eine Verlängerung des Halsstückes statt finden; man muss deshalb in jedem Falle genau nachsehen, wo das Halsstück beginnt und endigt, bevor man über die Natur der Centralkörperkörner urtheilt.

Nach dieser kurzen Besprechung der typischen Spermien des Meerschweinchens gehe ich jetzt zu den *atypischen* über, und zwar ganz besonders zu den *doppelgeschwänzten.* Ob solche Spermien bei diesem Thiere bisher beschrieben wordem sind, kann ich nicht bestimmt sagen; in der mir zugänglichen Literatur habe ich nichts darüber finden können. In meinen Präparaten sah ich sie mehrmals und theile auf Taf. XVII in den Fig. 8, 9 und 10 Abbildungen von drei solchen Spermien mit. Die Fig. 8 stellt einen vollständigen Doppelschwanz dar, bei welchem die Centralkörperderivate nicht gefärbt vorlagen. In Fig. 9 ist das Vorderende eines ebenfalls vollständigen Doppelschwanzes wiedergegeben, in dessen Halsstück je drei Körnchen gefärbt waren, die dicht hinter dem Kopfe lagen. Die Fig. 10 zeigt auch einen vollständigen Doppelschwanz, dessen Hauptstücke in ihrem vorderen Theil noch durch eine gemeinsame Hülle verbunden waren; hinten waren die Schwänze ganz getrennt; die beiden Verbindungsstücke waren ihrer Hülle beraubt und die Achsenfäden in mehrere Fäserchen aufgelöst; an den vorderen dieser Fäserchen sah man in jedem Schwanz drei Körnchen; am hinteren Kopfende waren dagegen keine Körnchen sichtbar, so dass es unmöglich ist, sicher zu entscheiden, ob in diesem Falle vordere, proximale Körnchen vorhanden waren, oder ob die fraglichen Centralkörperderivate nur durch diese hinteren Körnchen vertreten waren.

Jedenfalls sprechen nun diese beiden Spermien für eine Deutung in dem Sinne Broman's; sie sind auch die einzigen, die ich gefunden habe; bei den übrigen doppelschwänzigen Spermien vom Meerschweinchen, die ich gesehen habe, war keine deutliche Färbung der Centralkörperderivate vorhanden. Ich will also gerne annehmen, dass diese beiden Spermien in derjenigen Weise entstanden sind, wie dies Broman beim Menschen und mehreren anderen Thieren angegeben hat. Ich habe mich ja auch nicht gegen diese Erklärung als solche geäussert, sondern nur gegen ihre Allgemeingültigkeit, vor Allem hinsichtlich der unvollständig getheilten doppelschwänzigen menschlichen Spermien, bei denen ich Verhältnisse gefunden habe, die eine andere Deutung indiciren.

2. Die Spermien des Stieres.

Diese Spermien sind ebenfalls von mehreren Autoren beschrieben und abgebildet worden, z. B. von mir, von C. M. Fürst und E. Ballowitz. Auf Taf. XVII, Fig. 11—21 sind die Köpfe und Vorderstücke verschiedener Stierspermien wiedergegeben worden. Fig. 11 stellt ein Exemplar dar, wo die Hülle des Verbindungsstückes noch erhalten war. Im Allgemeinen ist diese Hülle dünn und scheint stets noch mehr nach hinten hin dünner zu werden. In Fig. 12 ist sie sehr dünn, und hier spürt man schon eine Zusammensetzung des Achsenfadens aus zwei Fäden. Dies ist in den Fig. 13 und 14 noch deutlicher. In Fig. 15 sind die beiden Fäden von einander stark abgetrennt, und diese Spaltung betrifft nicht nur das Verbindungsstück, sondern erstreckt sich auch etwas auf das Hauptstück hinab. In Fig. 16 ist diese Spaltung noch weiter gediehen, so dass hier ein wahrer *Doppelschwanz* vorliegt; ich habe zwar nur die vordere Partie abgebildet; die beiden Schwänze liefen aber ganz getrennt bis ans Hinterende aus.

Wie verhalten sich nun beim Stier die Centralkörperderivate? Sie sind im Ganzen bei den fertigen Spermien ziemlich schwer färbbar. In manchen Fällen konnte ich sie jedoch wahrnehmen. Im Allgemeinen sah ich, wie beim Menschen, nur zwei Körnchen, von denen je eins einem der beiden Fäden des Achsenstranges entsprach, und die nicht dicht am Kopfe, sondern etwas weiter nach hinten, in dem Halsstücke, gelagert waren (Fig. 14). In einzelnen Fällen konnte man aber noch ein drittes Körnchen ahnen und zuweilen sogar deutlich sehen (Fig. 13 und 17), aber auch in diesen Fällen lagen die Körnchen im Halsstück etwas nach hinten vom Kopfende; in solchen Fällen bemühte ich mich ganz besonders, im Achsenstrang noch einen dritten Faden wahrzunehmen; dies gelang mir aber nie. Wie verhielten sich nun die Centralkörperderivate bei den Doppelschwänzen? Die Fig. 16 zeigt dies deutlich. Jedem Schwanzfädchen gehörte nur ein Körnchen. Dieses stimmt also mit den von mir beim Menschen so oft gefundenen Verhältnissen überein. Es scheint indessen, als ob beim Stiere die Körnchen bald zu zweien, bald zu dreien vorhanden sein könnten. Uebrigens ist zu erwähnen, dass auch beim Stier eine Art inniger Verbindung der vorderen Enden der Fäden des Achsenstranges durch eine besondere Substanz vorkommt; die Fig. 13 und 15 zeigen dieses.

Die Fig. 11—20 stellen auch die gewöhnlicheren Variationen der Gestalt der Köpfe dieser Spermien dar. Wie stark abgeplattet diese Köpfe sind, geht aus der Fig. 20 hervor, welche einen Kopf von der Kante her wiedergiebt. Die Kopfkappe kann verschieden weit nach hinten hin reichen; in der Regel umhüllt sie aber die vordere Hälfte (Fig. 11, 14, 15, 18); zuweilen bedeckt sie nur das vordere Ende (Fig. 19). Der sog. Innenkörper des Kopfes tritt in diesen Spermienköpfen oft gut hervor, und zwar gewöhnlich als eine hellere rundliche Partie (Fig 18); zuweilen ist derselbe dunkler (Fig. 11, 15). Die Fig. 21 stellt eine frühere Entwicklungsform dar.

3. Die Spermien der Katze.

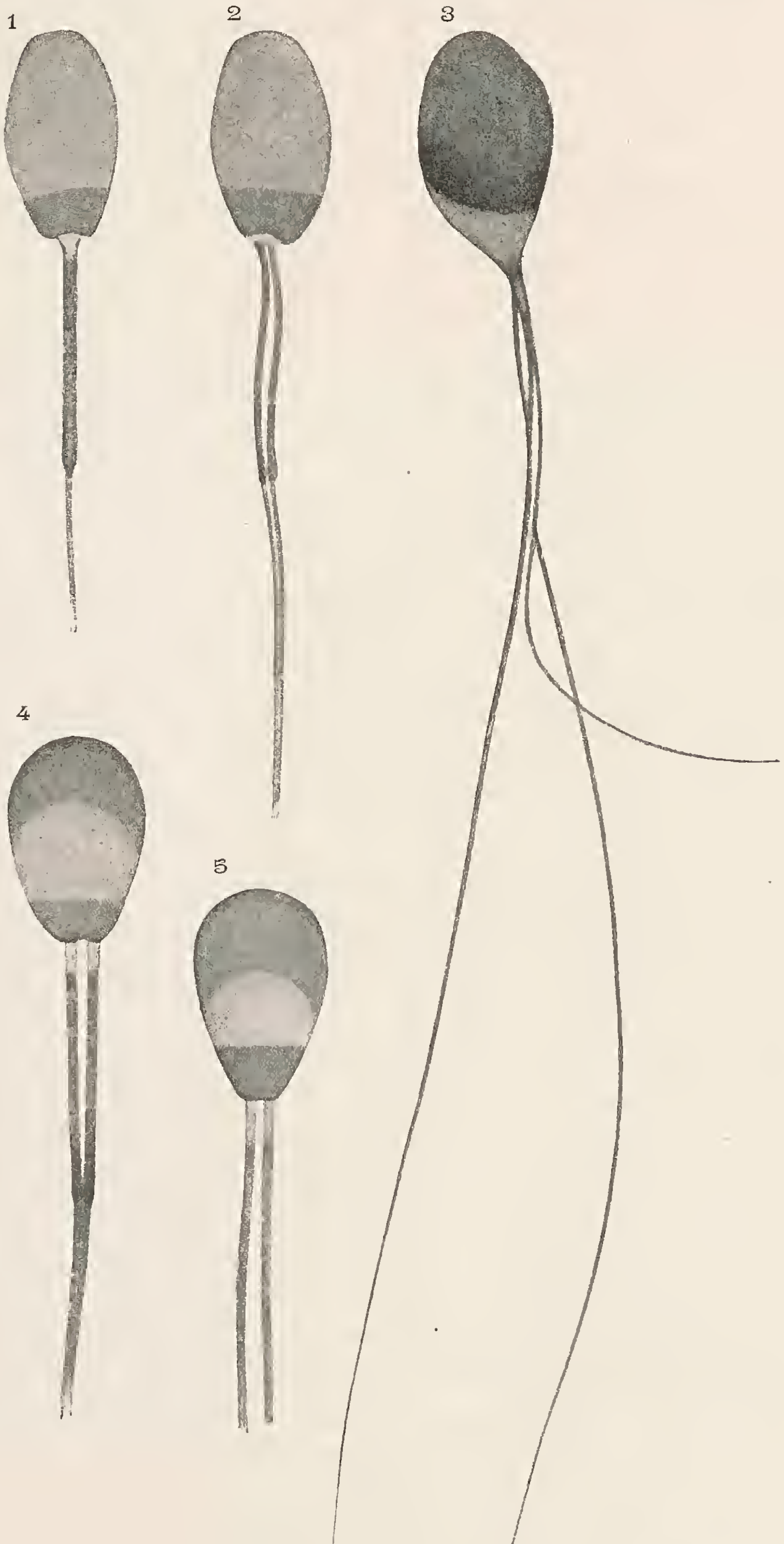
Die Spermien der Katze sind auch schon mehrmals von den Autoren behandelt und abgebildet worden. Ich beschränke mich deshalb diesmal nur auf einige kurze Angaben und einige wenige Figuren (Taf. XVII, Fig. 22—29). Die Fig. 22 stellt eine typische Spermie dar, an welcher die Kopfkappe dunkler gefärbt und die Hülle des Verbindungsstückes erhalten ist. In Fig. 23 sieht man die dicht hinter dem Kopfe gelagerten zwei proximalen Centralkörperkörnchen, und im Verbindungsstück nimmt man eine Zweitheilung des Achsenstranges wahr; hier reicht die (helle) Kopfkappe weiter nach hinten hin. Die Fig. 24, 25 und 26 stellen Köpfe dar, an denen man den hinteren Rand der Kopfkappe als einen ringförmigen Absatz sieht; dies ist bei der Katze sehr gewöhnlich. Die Fig. 28 zeigt das vordere Ende eines abgelösten Schwanzes, an welchem man die Zusammensetzung des Achsenstranges aus zwei Fäden sieht; an den vorderen Enden derselben sitzt je ein schwarzgefärbtes Centralkörperkörnchen, von denen je eine Faser zum Achsenfaden geht. Fig. 27 stellt eine noch nicht fertige Spermie dar, an welcher die Cytoplasmahülle mit seitlicher Ausbuchtung sitzt; solche Formen kommen in den Präparaten aus dem Testikel oft vor.

Schliesslich ist aber in Fig. 29 ein *Doppelschwanz* abgebildet, an welchem die beiden Verbindungsstücke noch durch eine gemeinsame Hülle verbunden sind, die übrigen Schwanztheile aber ganz frei hervorragen. Hier liessen sich durch die bis an den Kopf reichende Hülle des Verbindungsstückes hindurch *zwei* Centralkörperkörnchen wahrnehmen.

4. Die Spermien des Kaninchens.

Hier will ich nur bemerken, dass ich auch beim Kaninchen Doppelspermien gefunden habe. Da meine Abbildungen derselben auf der Taf. XVII nicht Platz fanden, theile ich einige hier im Texte mit.

Neben einer Spermie mit erhaltener Hülle des Verbindungsstückes (Fig. 1) stelle ich die Fig. 2 und 4, in denen eine Spaltung des Verbindungsstückes, die auch den vorderen Theil des Hauptstückes betrifft, sichtbar ist. Die Fig. 5 ist die vordere Partie eines wirklichen Doppelschwanzes, bei dem die Spaltung bis ins Ende des Endstücks stattgefunden hatte. In allen diesen Spermien war das Halsstück mehr oder weniger ausgeprägt vorhanden; dagegen war leider keine Färbung von Centralkörperkörnchen eingetreten.



Die Fig. 3 giebt eine Spermie wieder, in welcher ausser den zwei gleich langen Schwänzen noch ein Faden vom Kopfe her hinabläuft, der kürzer ist. So weit man sehen konnte, gehörte dieser Faden mit den anderen beiden zusammen, weshalb die Spermie als eine dreigeschwänzte aufzufassen war.

Am Kopfe bemerkt man eine hintere dunkle Partie; nach vorn davon sieht man in den Fig. 4 und 5 einen hellen abgerundeten Innenkörper und am Vorderrande einen glänzenden Saum, der sich in Anilinfarben stärker färbt, ein ausgeprägtes Perforatorium darstellend.

Nach der obigen Darstellung der Bauverhältnisse der Spermien des Menschen und mehrerer Säugethiere dürfte ein Rückblick auf einige Ergebnisse derselben angezeigt sein.

Es sind hier eigentlich zwei schwebende Fragen zu besprechen, die aber theilweise innig mit einander zusammenhängen: Die *Entstehung der sog. Doppelschwänze* und die *typische Lage der proximalen Centralkörperkörner*.

Was die Doppelschwänze betrifft, so hat Broman auf histogenetischem Wege gezeigt, dass die einköpfigen, zwei- oder mehrschwänzigen Riesenspermien »ihren Ursprung im allgemeinen von zwei resp. mehrpoligen Mitosen nehmen, deren Chromosomen alle zusammen bleiben und von einer gemeinsamen Kernmembran umgeben werden«. Broman hat also selbst diese Entstehungsweise als nur »im allgemeinen« geltend angenommen.

Nun habe ich schon seit meiner ersten Bekanntschaft mit den Doppelschwänzen noch eine andere Erklärung für ihre Entstehung gefunden, nämlich durch *Spaltung* des Schwanzes. Meine erneuerten Untersuchungen haben diese meine Auffassungsweise befestigt.

Erstens giebt es eine ganze Reihe von *Uebergangsformen* zwischen den typisch einschwänzigen und den atypisch doppelschwänzigen; diese Uebergangsformen repräsentiren die verschiedensten Stufen der Spaltung des Schwanzes, von der leisesten Andeutung einer Zweitheilung des Verbindungsstückes des Achsenfadens bis zur vollständigen Theilung des ganzen Schwanzes. Diese Spaltung lässt sich aber in ungezwungener Weise dadurch erklären, dass der Achsenfaden nicht nur bei verschiedenen Säugethieren, sondern mit grosser Wahrscheinlichkeit auch beim Menschen, aus zwei typisch mit einander dicht verbundenen Fädchen besteht, welche Fädchen aber in einzelnen Fällen mehr oder weniger getrennt angelegt sein können, und zwar bald nur im Verbindungsstück, oder einem Theil desselben, bald auch in einem kleineren oder grösseren Theil des Hauptstückes und sogar des Endstückes.

Zweitens fand ich bei allen diesen Uebergangsformen zwischen den einschwänzigen und den doppelschwänzigen, gerade wie bei den typischen einschwänzigen, stets nur *zwei proximale Centralkörperkörner*. Dies spricht nach meiner Ansicht in hohem Grade für die Anschauung, dass diese Gruppe von Doppelschwänzen hinsichtlich ihrer Entstehung auf eine *Spaltung* des Achsenfadens des Schwanzes zurückzuführen ist. Das Vorhandensein von nur zwei proximalen Centralkörperkörnern wäre sonst nur durch ein Ausbleiben der Theilung zu erklären, was sich aber im gegebenen Falle schwerlich beweisen lässt.

Nun hat Broman nachgewiesen, dass bei einer Anzahl von Doppelschwänzen des Menschen vier proximale Centralkörperkörner vorkommen. In vereinzelten Fällen habe ich auch wenigstens drei gesehen und bei den Säugethieren auch zuweilen eine Verdoppelung der Anzahl derselben gefunden. Für diese Gruppe der Doppelschwänze ist demnach die Erklärung der Entstehungsweise, die Broman gegeben hat, aufrecht zu halten.

Nach den jetzigen Befunden zu urtheilen wäre also eine zweifache Entstehung der Doppelschwänze anzunehmen, nämlich einerseits durch die Spaltung des typischen Schwanzes, andererseits auf die von Broman histogenetisch nachgewiesene Weise, welche letztere aber wohl nur vollständige Doppelschwänze betrifft.

Man könnte demnach mit Recht zwischen den *echten* Doppelschwänzen im Sinne Broman's den *echt biuroiden* Spermien, und den durch Spaltung des Schwanzes entstandenen, die als *pseudobiuroide* Spermien zu bezeichnen sind, unterscheiden. Diese letztere Gruppe ist, wenn man die sämmtlichen Uebergangsstufen mitrechnet, nach meinen Erfahrungen verhältnissmässig zahlreicher vertreten.

Im Anschluss an diese Zusammenfassung dürfte es aber angezeigt sein, noch einige Worte hinsichtlich der *Lage der proximalen Centralkörperkörner* zu äussern. In den Fig. 1 und 2 der Taf. XV, welche eine vollständige typische Spermie des Menschen wiedergiebt, habe ich diese Körner dicht am hinteren Ende des Kopfes gelagert dargestellt. Diese Lage kommt oft vor und ist vielleicht als die echt typische anzusehen. Wenn man aber eine Reihe der bestgelungenen Präparate genau durchmustert, findet man eine sehr bedeutende Anzahl von Spermien, in denen zwei scharf conturirte Körner am hinteren Ende des hellen Halsstückes liegen, und zwar beide dicht am vorderen Ende des Achsenfadens des Verbindungsstückes. In einzelnen Fällen scheinen dann noch am Hinterende des Kopfes zwei schwächer hervortretende Körner wahrnehmbar zu sein; in den meisten Fällen sieht man aber doch keine solchen. Was stellen nun diese beiden am Vorderende des Achsenfadens des Schwanzes gelagerten Körner dar? Sind sie die vorderen, proximalen Körner, die nach hinten verschoben sind? Oft glaubt man dies annehmen zu können, um so viel mehr als die Körner nicht selten im eigentlichen Halsstück gelagert sind. Es lohnt sich aber kaum, diese Frage zu besprechen, ohne eine eingehende Untersuchung der Entwickelungsstufen auszuführen. Nur auf histogenetischem Wege lässt sie sich sicher entscheiden. Nach Allem was ich gesehen habe, scheint mir aber die Lage dieser beiden Körner am Vorderende des Schwanzes eine echt typische zu sein. Hinter ihnen bemerkt man sehr oft eine kleine helle Partie, die wohl dadurch entsteht, dass die Hülle des Verbindungsstückes hier sehr schwach ist oder fehlt. Diese beiden Körner als die Vorderstücke der distalen Körner aufzufassen, stosst auch auf Schwierigkeiten. Man könnte sogar daran denken, dass die am Hinterende des Kopfes belegenen Körner in vielen Fällen von ihm abgetrennt worden sind, und das Verbindungsglied in der Gestalt des hellen Halsstückes vorliegt. Jedenfalls ist hier noch ein dunkler Punkt aufzuklären.

8.

Ueber einen Spiralfaserapparat am Kopfe der Spermien der Selachier.

Taf. XVIII.

Spiralige Anordnungen sind bekanntlich bei den Spermien verschiedener Thiergruppen und an verschiedenen Partieen derselben entdeckt worden. Am meisten hat man solche Bildungen am *Schwanze*, und zwar vor Allem am Verbindungsstück, in seiner Hülle, der sog. Spiralhülle, beschrieben; am Hauptstücke des Schwanzes sind ebenfalls bei mehreren Spermienarten spiralige Einrichtungen erkannt worden.

Aber auch der *Kopf* selbst zeigt bei den Spermien einiger Thiergruppen eine mehr oder weniger ausgeprägte spiralige Drehung seiner Substanz, eine Spiralform. So z. B. zeichnet sich unter den Evertebraten die *Paludina vivipara* dadurch aus, dass die eine Art ihrer Spermien, die eupyrenen von Meves, spiralig gewundene Köpfe haben. Unter den Vertebraten hat man solche in auffallend ausgesprochener Gestalt bei *Pelobates* gefunden. In der Klasse der Vögel sind sie, obwohl in etwas anderer Einrichtung, z. B. bei *Fringilla*, nachgewiesen worden. Vor Allem ist aber unter den Fischen die Ordnung der *Selachier*, *Haie* sowohl als *Rochen*, durch eine typische Spiralform ihrer Spermienköpfe ausgezeichnet.

Bei einer im verflossenen Sommer auf der schwedischen zoologischen Station vorgenommenen Untersuchung über die Spermatogenese von *Acanthias vulgaris* richtete ich meine Aufmerksamkeit auch auf die Ausbildung der Köpfe der Spermien. Es gelang mir hierbei, an ihnen eine Einrichtung zu entdecken, die mir von besonderem Interesse zu sein scheint, weil sie zur Erklärung der Spiralform führen kann und jedenfalls für die Spermatologie etwas Neues bringt. Ich werde deshalb hier, in Verbindung mit einigen Abbildungen (Taf. XVIII), eine Darstellung der fraglichen Befunde bringen. Auf die eigentliche Spermatogenese werde ich aber diesmal nicht eingehen.

Im frischen Zustande und nach der Fixirung in Carnoy'schem, Flemming'schem oder Zenker'schem Gemische zeigen die Spermienköpfe von Acanthias ungefähr die Gestalt der Narwalzähne. Die Fig. 1 giebt einen solchen, im Zenker'schen Gemisch fixirt und nach Heidenhain gefärbt, stark vergrössert wieder. Die Fig. 2 stellt einen anderen Kopf aus einem etwas jüngeren Entwicklungsstadium dar. Beide sind dunkel gefärbt, aber mit hellem, deutlich abgesetztem Spitzstück, dem Spiess oder Perforatorium, am ersten sind die Spiralwindungen scharf ausgesprochen; am zweiten sind sie aber nur schwach hervortretend, wenig ausgebildet. Beide Köpfe sind schmal und zeigen übrigens keine Structur.

Als ich aber aus zerschnittenen frischen Testes den frei gewordenen Inhalt der Bläschen in 0,7 % — 10 % Kochsalzlösung übertrug und einige Stunden macerirte, die Präparate dann eintrocknen liess, sie ferner in schwacher

Rosanilinlösung erweichte und färbte und etwas Acetas kalicus zusetzte oder sie auch nach schneller Alkoholbehandlung in Xylol und Canadabalsam überführte, traten ganz unerwartete Bauverhältnisse hervor. Die Fig. 3 stellt einen in dieser Weise behandelten, und zwar in Canadabalsam eingeschlossenen Spermienkopf in sehr starker Vergrösserung dar. Man hat nun ein ganz anderes Bild. Der Kopf ist durch die Maceration angeschwollen; zwar nimmt man noch eine spiralige Windung seiner Substanz wahr, sie ist aber viel dichter und viel weniger ausgeprägt. Dagegen ist ein neues Structurelement hervorgetreten, indem eine durch das Rosanilin intensiv rothgefärbte, stark lichtbrechende (»glänzende») und scharf begrenzte *Spiralfaser* den hellen, sonst ungefärbten Kopf in engen, regelmässig angeordneten Windungen umgiebt. An den Seiten des Kopfes, und zwar grade in den Einbuchtungen der Windungen, sieht man die optischen Durchschnitte der Spiralfaser als runde Körner. Man kann in dieser Weise den Verlauf der Faser vom hinteren Ende des Kopfes bis an die Spitze desselben verfolgen. In der Regel ist sie am hinteren Ende dicker und an dem vorderen sehr schmal, so dass sie an letzterem nur bei intensiver Färbung gut sichtbar ist. Wie sie am hinteren Ende entspringt, ist schwer zu ermitteln; Manches deutet aber darauf hin, dass sie in irgend einer Weise mit dem Verbindungsstück, und zwar mit seiner Hülle zusammenhängt oder aus ihr entspringt. Wie die Faser am vorderen Ende endigt, ist ebenfalls schwer zu eruiren. Bei der fraglichen Präparation färbt sich der auch spiralig gewundene *Spiess*, das *Perforatorium* Waldeyer's, in derselben Weise wie die Spiralfaser selbst roth. In der That habe ich manche Bilder gesehen, welche auf einen directen Zusammenhang der Spiralfaser und des Spiesses deuten, so dass ich nicht zu irren glaube, wenn ich annehme, dass der Spiess das verdickte, erweiterte und schliesslich spitz auslaufende Ende der Spiralfaser bildet.

In den mit Acetas kalicus behandelten Präparaten bekommt man noch schärfere und deutlichere Bilder von dem Verlauf der Spiralfaser. In diesen zeigte sich aber die Substanz des Kopfes noch mehr angeschwollen, wodurch fast constant eine Berstung derselben entstanden ist; diese Berstung ist stets in der Nähe des hinteren Kopfendes eingetreten. Alles deutet darauf hin, dass die Kopfsubstanz von einer sehr dünnen Hülle umgeben ist, in oder an welcher die Spiralfaser verläuft. An der geborstenen Stelle sieht man eine hell gefärbte Substanz, einen Inhalt, in verschwommener Weise und ohne bestimmte Grenze ausgetreten. Die Spiralfaser kann dabei auch geborsten sein; gewöhnlich findet man sie aber erhalten nnd von dem abgetrennten Hinterende nach der Rissstelle des vorderen Stückes in verlängerten Spiraltouren ziehend. Die Fig. 4 giebt von diesen Verhältnissen, und zwar in äusserst starker Vergrösserung, ein charakteristisches Bild. Ebenso stellt der Kopf der in Fig. 12 abgebildeten Spermie ein ähnliches Beispiel dar, in welchem sogar zwei Rissstellen vorhanden sind und ein abgelöstes Zwischenstück sichtbar ist.

Solche Spermienköpfe kommen in den fraglichen Präparaten in zahlreicher Menge vor. Nur variiren die Verhältnisse etwas, insofern als die Köpfe verschieden stark angeschwollen, resp. verschieden dick sind und in Folge dessen die Spiralfaserwindungen in wechselnder Weise dicht und aus ihrer natürlichen Lage derangirt erscheinen. Man kann sogar Köpfe finden, die als rundliche Körper imponiren, welche von einem dichten Knäuelfasersystem umwunden sind. Zuweilen hat es in Folge der Dichtigkeit der Spiralwindungen den Anschein, als ob es zwei einander kreuzende Spiralfasern gäbe; dies ist aber in der Regel nicht der Fall, sondern zeigt sich bei genauerer Betrachtung als irrthümlich. So verhält es sich wenigstens bei beinahe allen den Spermien, wo die Spiralfaser als feiner, strangförmiger Faden vorhanden ist. Es giebt aber einzelne, seltene Ausnahmefälle, in denen eine Verdoppelung der Faser vorkommt und zwei einander parallel verlaufende Fasern den Kopf umwinden; die Fig, 7 stellt die mittlere Partie des Kopfes einer solchen Spermie dar; der Kopf ist ziemlich stark angeschwollen. Dann giebt es aber auch eine Anzahl von Fällen, in denen die Spiralfaser dicker und bandförmig ist; in diesen ist zuweilen auch eine Art Verdoppelung des Spiralbandes nachweisbar. Diese letzteren Spermien fallen in den macerirten, mit Rosanilin und Acetas kalicus behandelten Präparaten eben durch ihren groben, stark rothgefärbten Spiralapparat auf; das breite Spiralband, das im optischen Durchschnitt abgeplattet-oval erscheint, ist in der Regel nicht so regelmässig wie die hier oben beschriebene, bei weitem gewöhnlichste Form, die aus der feinen strangförmigen, schön regelmässig gewundenen Spiralfaser besteht. Die Fig. 5 stellt ein Beispiel der bandförmigen Form dar; man erkennt hier in den unteren Partieen eine Verdoppelung des Bandes, die weiter nach oben nur als eine Art Spaltung erscheint und zuletzt verschwindet; in anderen Fällen ist die Verdoppelung des Spiralapparates noch deutlicher ausgesprochen.

Die Spiralfaser ist offenbar ein relativ sehr resistentes Gebilde. Bei der Maceration, resp. der Anschwellung, des Kopfes berstet sie, wie erwähnt, nur selten, sondern lässt sich in verschiedener Weise ziehen und dehnen. Auch die offenbar vorhandene, äusserst dünne Hülle des Kopfes scheint resistent zu sein, da es nur bei der starken

Ausdehnung, die der Kopf durch die Maceration erfährt, am hinteren Ende berstet. Wahrscheinlich trägt jedoch die Spiralfaser zur Festigkeit der Hülle wesentlich bei; es ist wohl auch z. Th. ihre »Aufgabe». Bei der nicht selten stattfindenden starken Anschwellung der Kopfsubstanz werden die Spiral-Touren enger und dichter zusammengezogen und imponiren stellenweise zuweilen als an einander liegende Ringe. Die Fig. 6 stellt eine Partie eines solchen Kopfes dar, wo die deutlich mit dem Verbindungsstück zusammenhängende ausgezogene Spiralfaser zuerst einige ganz dichte Spiralwindungen macht, um sich dann in etwas weiteren Touren, aber stets ganz regelmässig, um den angeschwollenen Kopf zu winden.

Was die übrigen Partieen dieser Spermien betrifft, so werde ich hierüber nur einige kurze Bemerkungen machen.

Ein besonderes *Halsstück* ist nicht vorhanden. Als *Verbindungsstück* kann man wohl bis auf Weiteres diejenige Partie bezeichnen, welche hinter dem Kopfe liegt und die Centralkörperderivate enthält; indessen ist aber, obwohl Jensen und Ballowitz dieser Meinung zu sein scheinen, noch nicht mit voller Sicherheit erwiesen, dass der »Achsenfaden» des Schwanzes dieses Stück bis zum Kopfe durchläuft. Bei gewöhnlicher Fixirung und Färbung (Zenker'sche oder Carnoy'sche oder Flemming'sche Mischung, Heidenhain'sche Färbung) erscheint es, als ob der Schwanz bis zum hinteren Kopfende reichte. Nach der Maceration in Kochsalzlösung und Behandlung mit Rosanilin-Acetas kalicus zeigt sich ein mittleres, verbindendes Stück als ein stark rothgefärbter, dickerer, ziemlich cylindrischer Stab, der nach dem Kopfe hin etwas dicker wird, wie die Fig. 12 und 13 angeben; vorn schiebt sich dieser Stab etwas zugespitzt ein wenig in das Kopfende hinein; hinten endigt er gegen den nach hinten davon befindlichen eigentlichen Schwanz quer und abgestutzt. Dieser, der *Schwanz*, besteht bekanntlich aus zwei parallel verlaufenden Fäden, die sich an bestimmten Stellen um einander winden. Jensen, der die Spermien von *Raja* (1879) beschrieb, sagte: »Im Schwanze windet sich der eine Strang um den anderen in zahlreichen Spiraltouren herum». Er fügte aber hinzu: »Es könnte den Anschein haben, als wänden sich die beiden Stränge um einander herum; ob sich dies aber wirklich so verhält, war wegen der ausserordentlichen Zartheit des Objectes sehr schwierig zu entscheiden.» E. Ballowitz, welcher auch die Spermien von Raja untersucht hat, äussert (1890) mit Rücksicht auf den Bau des Schwanzes Folgendes: »Auf den ersten flüchtigen Blick könnte es scheinen, als ob ein Spiralfaden um einen geraden Faden herumgelegt wäre. Eine genauere Prüfung ergiebt aber, dass hier zwei völlig gleich aussehende Fäden in der Weise um einander gelegt sind, dass beide spiralig um einander verlaufen, wie wenn man zwei Fäden zusammendreht.» Ein deutlich abgesetztes Endstück konnte er nicht entdecken.

An den Spermien von Acanthias zeigt der Schwanz hiermit übereinstimmende Verhältnisse. In Fig. 12 ist dieser Theil in seiner ganzen Länge wiedergegeben. Man sieht hier die beiden parallel verlaufenden Fäden sich in gewissen Entfernungen um einander winden; erst gegen das schmal hinauslaufende Ende des Schwanzes, das jedoch nicht scharf abgesetzt ist, verschwindet dieses Herumwinden. An macerirten Spermien verschwindet auch oft, wie Ballowitz erwähnt, das Winden, wenigstens stellenweise; daran sieht man noch deutlicher, dass der Schwanz aus zwei gleich starken Fäden zusammengesetzt ist. Die Fig. 13 zeigt dies in anschaulicher Weise; hier sind die Windungen streckenweise nicht mehr vorhanden. Eine Hülle bemerkt man kaum an diesen Fäden; da sie aber so gut zusammenhängen, ist wohl anzunehmen, dass es eine minimale Hüllensubstanz giebt. Es ist mir nie gelungen, mittelst der Maceration eine Auflösung der beiden Fäden in feinere Fäserchen hervorzurufen.

Am vorderen Ende des Schwanzes findet man oft die von Ballowitz beschriebene Protoplasmapartie, welche bis auf das sog. Verbindungsstück hinaufragt oder an seinem hinteren Ende endigt. Fig. 11 giebt eine solche Partie, die wohl als eine Cytoplasmahülle zu betrachten ist, wieder; man erkennt nach innen von ihr die Windungen des Schwanzes.

Wo hat man nun die Centralkörper der Selachierspermien? Wie vor Allem Hermann (1897) bei diesen Spermien gezeigt hat, sind die fraglichen Körper im Verbindungsstück zu suchen. An den mit Rosanilin gefärbten in Canadabalsam eingeschlossenen Spermien von Acanthias gelang es mir in diesem Stück einen feinen cylindrischen Faden darzustellen, welcher das ganze Stück durchläuft (Fig. 3) und, besonders in seiner vorderen Hälfte spiralig gewunden ist. Dieser sich gut färbende Faden reicht vorn bis an das hintere Kopfende und hinten bis an die Schwanzpartie, wo er von einer sich ebenfalls stark färbenden Querlinie unterbrochen ist. Diese Querlinie besteht aus einer ringförmigen Scheibe, die offenbar mit den bei anderen Thieren vorkommenden distalen ringförmigen Centralkörpern homolog ist; in früheren Stadien der Entwicklung lässt sich, wie Hermann zeigte, dieser ringförmige Centralkörper leicht nachweisen. Der proximale Centralkörper wird seinerseits von dem eben beschriebenen spiralig gewundenen Faden repräsentirt. Diese beiden Gebilde hängen gewöhnlich innig zusammen,

und man trifft sie oft in schöner Weise in ganz isolirtem Zustande in den Präparaten (Fig. 10). In anderen Präparaten, besonders den mit Rosanilin-Acetas kalicus behandelten (Fig. 8 und 9), sieht man sie auch gut ausgeprägt; vor Allem ist der distale ringförmige Körper leicht nachzuweisen; der spiralige zeigt sich aber in solchen Präparaten gewissermassen als eine spiralige Flosse, die um eine centrale Faser herumgelegt zu sein scheint; zuweilen glaubt man aber, dass diese Flosse nur an die eine Seite der centralen Faser angelegt sei. Wegen der Kleinheit des Objectes ist dies sehr schwer zu entscheiden.

Ich habe diese Fragen nur kurz besprochen. Es ist nicht meine Absicht, diesmal auf ihre Erörterung weiter einzugehen. Für ihre Entscheidung ist es nämlich nöthig, die Histogenese der fraglichen Bildungen zu behandeln.

9.

Zur Frage der transitorischen Furchen des embryonalen Menschenhirns.

Tafel XIX. Fig. 1—4.

Wie bekannt, hat schon J. F. Meckel im J. 1815 die eigenthümlichen Furchen erwähnt, welche an den Grosshirnhemisphären des menschlichen Embryo vorkommen, und dieselben als transitorisch erkannt. Sie wurden bald danach (im J. 1816) von Tiedemann näher beschrieben und abgebildet. Seitdem haben sie sich in der menschlichen Anatomie eingebürgert und sind von der bei Weitem grössten Zahl der Anatomen als natürliche Bildungen anerkannt. Bischoff trat jedoch im J. 1868 gegen ihre wahre Existenz auf, indem er sie als von dem Schrumpfen der Hirnsubstanz in Weingeist herrührend erklärte. Alex. Ecker widerlegte aber diese Auffassung Bischoff's, indem er beim frischen Embryo die Anwesenheit der Furchen direct nachwies. Unter den Hirnanatomen, welche das natürliche Vorhandensein der transitorischen Furchen anerkannten, mögen hier Fr. Schmidt, v. Kölliker, His, v. Mihalkovics, Romiti, Giacomini und Mingazzini angeführt werden.

Im J. 1891 wurden indessen wieder Zweifel über die Natur dieser Furchen erhoben, und zwar von Marchand, welcher diejenigen der medialen Hirnflächen theilweise als natürlich anerkennen zu wollen scheint, die der lateralen aber, in Uebereinstimmung mit Bischoff, als Producte der Härtung erklärte.

Cunningham widmete diesen Furchen eine eingehende Untersuchung und nahm dieselben, ebenso wie *ich*, da wir sie an den uns zugänglichen Gehirnen menschlicher Embryonen aus dem dritten Monate und der ersten Hälfte des vierten Monates stets, wenn auch in sehr wechselnder Ausbildung, antrafen, als normale Bildungen an. Wir fanden auch die Furchen der medialen Wände regelmässiger als die der lateralen. »Bei der Durchmusterung der normalen Gehirne von Embryonen», sagte ich im J. 1896, »von 3,5 bis etwa 12 Cm. Körperlänge[1]) sah ich also die Faltenbildung der medialen Wände stets gut ausgesprochen, während die der lateralen zuweilen minimal, mittelmässig oder auch sehr stark war; gerade bei den jüngeren Embryonen von 3,5—4,5 Cm. Körperlänge fand ich die Faltenbildung in der Regel sehr ausgeprägt.»

Im J. 1898 veröffentlichte nun F. Hochstetter eine Arbeit[2]), in welcher wieder das Natürliche der transitorischen Furchen bestimmt verneint, ihr Zustandekommen aber nicht, wie von Bischoff und Marchand, durch die Einwirkung der Härtungsflüssigkeiten erklärt wurde, sondern dadurch, dass die bisher untersuchten Gehirne menschlicher Embryonen nicht lebensfrisch genug waren; im Gegentheil sei durch die macerirende Einwirkung der umgebenden Flüssigkeit postmortal eine Anschwellung der Hirnsubstanz eingetreten und in Folge dessen eine Faltung der noch dünnen Wände der Grosshirnhemisphären entstanden. Hochstetter betont, dass er schon lange hinsichtlich der natürlichen Beschaffenheit dieser Furchen Zweifel gehegt habe, und zwar besonders deshalb, weil solche Furchen an den frischen Gehirnen der Säugethiere nicht vorkommen. Durch die Untersuchung zweier

---

[1]) Hochstetter, welcher eben diesen Passus von mir citirt, hat dabei die Zahlen *3,5 Cm., 3,5–4,5 Cm.* mit resp. *35 Cm., 35—45 Cm.* wiedergegeben, wodurch meine Meinung nicht verständlich wird. Ich benutze hier die Gelegenheit, hierauf aufmerksam zu machen. S. *Das Menschenhirn,* 1896.

[2]) F. Hochstetter, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Gehirns.* Bibliotheca medica, Abth. A, Anatomie, herausg. v. Prof. Dr Gustaf Born, Stuttgart, 1898.

in ganz frischem Zustande ihm überlassener Hirne früher menschlicher Embryonen überzeugte er sich, dass dies auch beim Menschen der Fall ist. Der eine von diesen war ein durch Laparotomie bei Extrauteringravidität gewonnener Embryo *aus der Mitte des vierten* Monats, den er drei Stunden post operationem in das Rabl'sche Pikrinsäure-Sublimatgemisch einbringen konnte; das Gehirn des ganz frisch conservirten Embryos zeigte, herauspräparirt, eine Glätte der Gehirnoberfläche, wie ich, sagt Hochstetter, sie bis dahin nur an den Grosshirnen vorzüglich conservirter Säugethierembryonen zu sehen gewohnt war.

Einige Zeit später erhielt er einen anderen frischen, etwas älteren Embryo *vom Ende des vierten Monats;* derselbe wurde in gleicher Weise fixirt und hierauf in Frontalschnitte zerlegt. Von den übrigen Embryonen aus der betreffenden Zeit, die Hochstetter zu untersuchen Gelegenheit hatte, waren noch ein paar in gut erhaltenem frischem Zustande, und sie zeigten keine oder sehr geringe Spuren von transitorischen Furchen; v. A. waren die lateralen Wände ganz glatt. Auch die Bogenfurche der Autoren, resp. die vordere und die hintere Bogenfurche von His, fand er bei ganz frisch conservirten Embryonen nicht.

Diese Befunde Hochstetter's interessirten mich sehr, weil sie in der That einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit und Beweiskraft besassen. Leider war es mir nie gelungen, solche ganz lebensfrische Embryonen aus der fraglichen Periode zu erhalten. Die abortirten Embryonen sind sicherlich sehr selten ganz frisch. Ich forderte meine hiesigen Collegen, welche gynekologische Operationen ausführen, auf, mir ganz lebensfrische Embryonen aus den ersten Monaten, die sie gelegentlich etwa finden sollten, sogleich in meine Hände kommen zu lassen. Erst im vorigen Jahre ist es mir gelungen, einen solchen zu erhalten. Mein Freund und College Herr Docent Dr Westermark nahm nämlich bei einer Uterinoperation einen solchen Embryo mit einer Steiss-Scheitellänge von 52 Mm. aus, den er mir binnen einiger Stunden zusandte, und den ich dann sogleich in der Zenker'schen Flüssigkeit fixirte, wobei ich vorher die Scheitelhaut vorsichtig entfernte, um die Flüssigkeit möglichst schnell auf das Gehirn einwirken zu lassen. Bei der nach drei Wochen folgenden Untersuchung des Gehirns fand ich nun die laterale Oberfläche der beiden Grosshirnhemisphären (Taf. XIX Fig. 1—4) vollkommen glatt; an der medialen (Fig. 3, 4) war aber in der vorderen-unteren Partie in beiden Hemisphären eine breite, sagittale, vorn nach unten hin umgebogene Furche oder Einsenkung, und nach hinten davon sah man einige kleine und niedrige Höcker; im übrigen war auch die mediale Wand jederseits glatt; am hinteren Ende derselben, beim Uebergang zu der lateralen, fand sich aber noch beiderseits eine verticale Einknickung.

Ueber den Befund habe ich schon bei dem Anatomenkongresse in Bonn im J. 1901 einen kurzen Bericht abgegeben, der in den Verhandlungen desselben veröffentlicht worden ist[1]). Da aber jener Mittheilung keine Abbildungen des Gehirns beigefügt wurden, bin ich hier noch einmal auf dasselbe Thema zurückgekommen, um die fraglichen Figuren (Fig. 1—4 der Taf. XIX) zu publiciren. Seitdem ist es mir leider nicht gelungen, neue solche ganz frische menschliche Embryonen zu erhalten.

Auf die detaillirte Beschreibung des Gehirns werde ich auch diesmal nicht eingehen. Meine Absicht ist nur, noch einmal in Verbindung mit den Figuren hervorzuheben, dass die Beschaffenheit dieses Gehirns geeignet ist, die Befunde und die Ansicht Hochstetter's hinsichtlich der transitorischen Furchen zu bestätigen. An den lebensfrisch conservirten Gehirnen menschlicher Embryonen sind solche Furchen nicht vorhanden. Leider sind solche frische Embryonen äusserst selten zu bekommen. Die allermeisten abortiven Exemplare sind offenbar entweder krankhaft, resp. abnorm, oder auch durch die umgebenden Flüssigkeiten schon macerirt, falls sie nicht sogar der Fäulniss unterworfen sind. Obwohl ich mich während vieler Jahre bemüht habe, ganz frische menschliche Embryonen zu erhalten und recht viele untersucht habe, ist dieser bisher der einzige wahrhaft frische gewesen. Im Ganzen kann man nur die durch uterine Operationen erhaltenen frischen Exemplare als beweisend ansehen. Was nun diesen von mir abgebildeten betrifft, so zeigt er zwar die ganze laterale Oberfläche der Grosshirnhemisphären glatt, ohne andere Furchen als die natürliche Einsenkung, die Grube der Sylvischen Fissur. Inwieweit aber die Einsenkungen und die kleinen Höcker der medialen Wände natürlich oder postmortal entstanden sind, kann ich nicht entscheiden. Hoffentlich werden neue Befunde dies thun.

[1]) Gustaf Retzius, *Zur Frage von den sogenannten transitorischen Furchen des Menschenhirns.* Ergänzungsheft zum XIX. Band von Anatom. Anzeiger, 1901. Verhandlungen der Anatom. Gesellschaft auf der 15. Versammlung in Bonn.

10.

Zur Kenntniss der Gehirnbasis und ihrer Ganglien beim Menschen.

Taf. XIX. Fig. 5—11.

Vor einigen Jahren [1]) beschrieb ich an der Gehirnbasis des Menschen im foetalen und erwachsenen Stadium und einiger Säugethiere mehrere rudimentäre Bildungen, welche mehr oder weniger constant, obwohl in etwas wechselnder Gestalt und Grösse, vorkommen und wenigstens theilweise auf phylogenetisch alte morphologische Verhältnisse hindeuten. Vor den beiden Corpora mamillaria (s. candicantia) fand ich also beim menschlischen Foetus von 4 Monaten, aber auch beim Erwachsenen am sog. Tuber cinereum eine mehr oder weniger kleeblattförmige, von mir als *Eminentia saccularis* bezeichnete Hervorwölbung, welche eine kleine Ausstülpung (Recessus saccularis) des dritten Hirnventrikels enthält. Bei der Durchmusterung der Literatur fand ich,. dass His schon im J. 1892 beim 6-wöchigen menschlichen Embryo eine kleine Ausbuchtung nachgewiesen hatte, die wahrscheinlich als die Vorstufe der von mir in späteren Stadien gefundenen Bildung anzusehen war, und die er als dem Saccus vasculosus der Fische entsprechend aufgefasst hatte.

In seiner späteren, etwas ausführlicheren Mittheilung hierüber (Archiv f. Anat. u. Phys., anat. Abth., 1892) sagt His [2]) zwar hinsichtlich der von ihm beim 6-wöchigen Embryo gefundenen Bildung: »Dabei hat es aber sein Bewenden, denn das Tuber cinereum zeigt in der Folge keine progressive Entwickelung» etc. Da es möglich ist, dass sich Faltungen und Ausbuchtungen des früh-embryonalen Gehirns zurückbilden und verschwinden können und die zwischen dem von His untersuchten Stadium (6. Woche) und den frühesten von mir untersuchten (4. Monat) vorhandenen Stufen der Entwicklung in der betreffenden Hinsicht ganz unbekannt waren, so war es mir nicht möglich zu beweisen, dass die von His in früh-embryonalem und von mir im späten foetalen und im erwachsenen Stadium entdeckten Bildungen identisch seien, obwohl ihre Lage sehr dafür zu sprechen schien. In Betreff der Homologie der von mir gefundenen Bildung mit dem Saccus vasculosus der Fische schien mir zwar ebenfalls die Lage für eine solche zu sprechen, ich liess aber diese Homologie bis auf weiteres unentschieden. His hat auch darauf hingewiesen, dass in demselben frühen Embryonalstadium auch ausgesprochene seitliche Ausbuchtungen des Ventrikelbodens vorhanden sind, die den unteren Lappen am Gehirn niederer Wirbelthiere entsprechen.

Zu beiden Seiten von dieser medianen Hervorwölbung beschrieb ich ferner am Menschenhirn je eine mehr oder weniger ausgeprägte knopfförmige Erhabenheit, die ich als die *Eminentiæ laterales hypencephali* bezeichnete. Ferner beschrieb ich als *Area perforata lateralis hypencephali* jederseits ein am Winkel zwischen dem Tractus opticus und dem Pedunculus cerebri liegendes, von Blutgefässlöchern durchbohrtes Feld. Endlich schilderte ich unter der Benennung *Brachium corporis mamillaris* einen von jedem der Corpora mamillaria nach vorn-aussen hinausgehenden Arm, welcher zuweilen in der Gestalt je eines lateralen Höckers vorhanden ist und als solcher, v. A. bei gewissen Thieren, von Gudden gesehen ist, während M. v. Lenhossék zuweilen (in 9 Fällen von 30, und fast immer auf

---

[1]) Gustaf Retzius, *Ueber ein dem Saccus vasculosus entsprechendes Gebilde am Gehirn des Menschen und einiger Säugethiere.* Biol. Unters. N. F., Band VII, 1895.

[2]) W. His, *Zur allgemeinen Morphologie des Gehirns.* Arch. f. Anat. u. Phys., anat. Abth., 1892.

der linken Seite) in dieser Gegend einen weissen Streifen, die *Stria alba tuberis,* gefunden hatte, den er bis unter den Tractus opticus verfolgen konnte.

In meiner Monographie »Das Menschenhirn»[1]) beschrieb ich in dem folgenden Jahre diese Bildungen noch einmal und fügte dabei neue Beobachtungen und Abbildungen hinzu. »In meinem oben citirten Aufsatze», äusserte ich u. A., »habe ich ferner erwähnt, dass zu beiden Seiten der Eminentia saccularis das Tuber cinereum noch je eine Erhabenheit darbietet, welche den *Lobi inferiores* niederer Vertebraten homolog sein dürften. Diese *Eminentiæ laterales hypencephali* bieten zwar etwas wechselnde, aber recht interessante Verhältnisse dar. Das am meisten typische Verhalten ist das in Fig. 9, 10 und 17 der Taf. XXXIII dargestellte, indem hier nur je eine rundliche, nicht scharf ausgeprägte Erhabenheit vorhanden ist. In einer bedeutenden Anzahl von Fällen ist aber diese Erhabenheit knopfförmig ausgebildet, so dass man lateral und etwas nach vorn von der Eminentia saccularis je einen kleineren, scharf markirten, rundlichen oder ovalen Höcker, ein Tuberculum, vor sich hat. In den Fig. 8, 11, 13, 14 und 15 der Taf. XXXIII sind solche Fälle abgebildet. Ausserdem giebt es aber auch Fälle, wo nicht nur ein solcher Höcker zu jeder Seite der Eminentia ausgebildet ist, sondern sich lateral von diesen Höckern noch ein oder sogar zwei andere finden (Fig. 11 und 15 der Taf. XXXIII). Die lateralsten von diesen Höckern befinden sich in der Regel am äusseren Ende der Brachia corporum mamillarium und bilden gewissermassen eine Verdickung derselben (Fig. 11, 12, 14 und 15); sie können an beiden Seiten zugleich, oder nur an einer Seite vorkommen. Diese zuletzt beschriebenen Höcker dürfen nicht mit den Eminentiæ laterales (resp. Tubercula lat.) zusammengeschlagen werden, sondern es sind dieselben als besondere Bildungen, *Tubercula extrema tuberis,* zu betrachten.» Im Uebrigen betonte ich noch einmal das Vorhandensein der durch Gefässlöcher durchbohrten *Area perforata lateralis hypencephali,* der bulbösen Erweiterung des Anfangstheils des Hypophysisstieles, der nach vorn ziehenden kielförmigen Firste (des *Stieles der Eminentia),* der *Alæ laterales* und des *Processus intermamillaris* der Eminentia saccularis. Bei der Beschreibung der Corpora mamillaria hob ich hervor, dass die von v. Lenhossék geschilderten Striæ albæ mit meinen Brachia corp. mamill. *nicht* identisch sind, obwohl jene Striæ, wenn vorhanden, in den Brachia verlaufen können.

Bei diesen früheren Gelegenheiten fand ich nicht Zeit, die structurelle Natur der hier erwähnten höckerigen Bildungen genauer zu eruiren. Einige Beobachtungen deuteten indessen darauf hin, dass wenigstens ein Theil derselben Ganglienzellen enthält und forderten zu fortgesetzten Untersuchungen auf. Bei einer späteren Gelegenheit nahm ich das Studium der fraglichen Bildungen wieder vor und theilte in einer Sitzung der Schwed. Gesellschaft der Aerzte die Ergebnisse mit[2]). Es sind nun diese Ergebnisse, welche, durch erneuerte Untersuchungen etwas erweitert, hier in aller Kürze besprochen werden sollen. Leider fand ich nicht Zeit, die beabsichtigte Erforschung des ganzen Hypencephalons mittelst der Weigert'schen Myelinfärbungsmethode durchzuführen. Die Golgi'sche Methode, welche beim menschlichen Gehirn hinsichtlich der Nervenzellen im Allgemeinen nur fragmentarische Resultate giebt, führte mich auch hier nicht zum Ziel. Dagegen hat sowohl die Nissl'sche Methylenblaumethode als auch die Erythrosin-Toluidinfärbung der in Zenker'scher Mischung fixirten Präparate wenigstens in der Hauptsache die Natur der fraglichen Höckerbildungen erläutert.

Wie eben angedeutet wurde, wiesen einige Beobachtungen darauf hin, dass diese Bildungen Ganglienzellen enthalten, oder sogar *Ganglien,* resp. *Nuclei,* d. h. *Nervenzellenanhäufungen* sind, welche bald mehr in der Tiefe liegen, bald an der Hirnoberfläche mehr oder weniger emporragen. Hinsichtlich der an der Hirnbasis befindlichen Ganglien liegen zwar Mittheilungen von einigen Autoren vor; im Ganzen differiren aber diese Darstellungen recht sehr und widersprechen einander theilweise. Die eingehendsten neueren Beschreibungen dieser Bildungen scheinen mir die von M. v. Lenhossék und von A. von Kölliker zu sein.

In derselben Mittheilung, in welcher v. Lenhossék[3]) die Stria alba beschrieb, hat dieser Forscher auch über die vor den Corpora mamillaria belegenen basalen Ganglien einige interessante Mittheilungen geliefert. »Ich kann nicht umhin», sagt er, »an dieser Stelle einige, die graue Substanz des Tuber cinereum betreffende Beobachtungen, welche ich gelegentlich vorliegender Untersuchungen machte, in Kürze mitzutheilen. Die Verhältnisse dieser grauen Lage sind, wie ich nach Durchmusterung der einschlägigen Litteratur finde, noch sehr wenig bekannt. Die einlässlichste Schilderung lässt derselben, so viel ich sehe, wohl Meynert angedeihen. In seiner berühmten Arbeit »Vom Gehirne der Säugethiere» äussert sich dieser Forscher über diese Substanz, die er für die Ursprungs-

[1]) Gustaf Retzius, *Das Menschenhirn.* Studien in der makroskopischen Morphologie, 1896.

[2]) Gustaf Retzius. *Om hjärnans basala ganglier.* Sv. Läkaresällskapets Förhandlingar 1898, s. 141.

[3]) M. v. Lenhossék, *Beobachtungen am Gehirn des Menschen,* Anatomischer Anzeiger, 2. Jahrg., S. 450, 1887.

stätte einer Opticuswurzel hält und demgemäss als »basales Opticusganglion» bezeichnet, folgendermassen: Das basale Opticusganglion beginnt, 1,5 Mm. breit, über dem Chiasma und reicht in einer Länge von mehr als einem Zentimeter unmittelbar über dem Tractus bis zur hinteren Grenze des Tuber cinereum. In sagittalen Schnitten zeigt das Ganglion eine sichelförmige, nach vorn konkave Gestalt. Was nun zunächst die Meynert'sche Ansicht von der, dieser Substanz entstammenden Opticuswurzel betrifft», sagt v. Lenhossék, »so kann ich mich nach Durchprüfung meiner Präparate mit allen neueren Autoren dahin aussprechen, dass sich bestimmt nirgends Fasern aus dieser grauen Lage zu dem Tractus opticus verfolgen lassen. In Betreff der angegebenen Dimensionen kann ich Meynert's Angaben bestätigen, indem ich mich ebenfalls überzeugte, dass die Lage eine Dicke von 1,5 Mm. besitzt und über, ja sogar etwas vor dem Tractus opticus beginnend bis zur hinteren Grenze des Tuber cinereum reicht.

In einer Beziehung muss ich jedoch diese Beschreibung ergänzen. Meynert's Darstellung zufolge soll nämlich diese Substanz eine gleichförmige Lage bilden, innerhalb welcher keine weitere Segmentation nachzuweisen ist. Im Gegensatze hierzu finde ich, dass dieselbe auf Sagittalschnitten, die nach Weigert behandelt wurden, und namentlich an solchen, die dem lateralen Teile des Tuber entnommen sind, deutlich drei, hintereinander folgende, scharf abgegrenzte Kerne erkennen lässt, welche durch nervenfaserhaltige Scheidewände von einander getrennt werden. Von diesen Ganglien gehören eigentlich nur zwei dem Bereiche des Tuber cinereum an, während das vorderste über dem vorderen Rande des Tractus opticus seine Lage hat und demgemäss den Namen eines 'Nucleus supraopticus' verdient.

Dieser Nucleus supraopticus ist unter allen dreien am kleinsten, lässt am Sagittalschnitt eine ovale Form erkennen mit einem Längsdurchmesser von etwas weniger als 1 mm und unterscheidet sich auch durch seine schiefe Lage von den beiden anderen, horizontal gelagerten Kernen, indem sein hinteres Ende zugleich nach oben, sein hinteres (vorderes?) zugleich nach unten gerichtet ist.

Von den beiden Kernen des Tuber cinereum ist der vordere (Nucleus anterior) der bei Weitem stärkere und bildet eigentlich den Hauptbestandteil des Tuber. Er ist auf dem Längsschnitt ebenfalls von ovaler Form mit einem sagittal verlaufenden Längsdurchmesser von 2,2 mm und reicht vorn bis zu dem hinteren Rand des Tractus opticus, medianwärts, wie es scheint, bis zur Mittellinie.

Unmittelbar hinter diesem Kern folgt nun eine 0,82 mm breite, vertikale Scheidewand, welche wohl ebenfalls kleine, spärliche Nervenzellen beherbergt, der Hauptsache nach jedoch aus feinen, teils senkrecht, teils quer verlaufenden, sich unregelmässig kreuzenden Nervenfasern besteht, während innerhalb der Ganglien selbst auch auf den gelungensten, nach Weigert hergestellten Präparaten keine Nervenfasern nachzuweisen sind. Unmittelbar um die Kerne herum lassen indess dieselben eine etwas stärkere Entwickelung und zugleich eine konzentrische Anordnung erkennen, so dass die Ganglien durch eine Art feine Markkapsel umschlossen werden. Namentlich gilt dies für den hinteren Tuberkern, welcher daher auch von seiner Umgebung schärfer abgesetzt erscheint.

Dieser Kern, den man mit Rücksicht auf seine Lage 'Nucleus postero-lateralis' nennen könnte, ist ein kleines, im hinteren lateralen Bezirk des Tuber, gerade unter dem Ursprungsstück der Columna fornicis befindliches ovales Knötchen, welches eine Länge von 1 mm, aber, wie es scheint, eine Breite von nur 0,5 mm besitzt, daher man es auch nur an einigen Schnitten in seiner ganzen Grösse zu sehen bekommt.

Alle drei Kerne werden von kleinen, spindelförmigen, multipolaren Nervenzellen sowie von Neuroglia gebildet».

»Leider ist dies alles», fügt v. Lenhossék hinzu, »was ich über die drei Ganglien mitteilen kann und war ich bisher nicht in der Lage, weitere Untersuchungen über ihre Verbindungen und sonstigen Eigenschaften anstellen zu können. Deshalb bitte ich auch, vorliegende, etwas aphoristische Bemerkungen als vorläufige Mitteilungen zu betrachten, die vielleicht durch spätere, eingehendere Untersuchungen ihre Ergänzung finden werden.»

Im J. 1896 hat von Kölliker [1]) eine umfassendere Darstellung der Ganglien des Hypencephalons gegeben. Er führt zuerst die Angaben von Meynert, Ganser und M. v. Lenhossék an. Nach Ganser erstreckt sich das basale Ganglion beim Maulwurfe fast durch das ganze Tuber cinereum bis in die Substantia cinerea anterior, liegt ganz oberflächlich und ist nicht so gut umgrenzt, wie beim Kaninchen. v. Kölliker's eigene Erfahrungen stützen sich auf zwei frontale und eine sagittale Serie vom *Menschen.* Das Gesammtergebniss seiner Untersuchungen fasst er folgendermassen zusammen: 1) Es müssen *Nuclei tuberis* von den *Nuclei supraoptici* unterschieden werden. 2) Die *Nuclei tuberis* kommen mehr in den *medialen* Gegenden vor, besitzen kleine Nervenzellen und sind in ihren näheren

[1]) A. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 6 Aufl., 2, 2, 1896, S. 597.

Verhältnissen noch nicht bekannt, scheinen jedoch durch das basale Längsbündel des Tuber zum Corpus mamillare Beziehungen zu haben. 3) Die *Nuclei supraoptici* haben grössere Zellen und stehen zu ventro-dorsal verlaufenden Faserzügen in Beziehung, die wahrscheinlich in die Stria medullaris thalami übergehen. 4) In medialen Gegenden findet sich eine schwache *Kommissur des Tuber*.

Aus v. Kölliker's Beschreibung der Schnittserien hebe ich hier folgende Angaben hervor: Sowohl der Nucleus tuberis medialis als der N. t. lateralis v. Lenhossék's setzen sich mehr weniger bestimmt in die Kerne des Corpus mamillare fort oder hängen wenigstens mit denselben zusammen. Die sagittalen Längsschnitte im Tuber cinereum zeigten, je nach den Gegenden, sehr verschiedene Verhältnisse, nämlich erstens *einen grösseren Kern, der wie aus zwei Abschnitten,* einem grösseren hinteren von 2,0 Mm. Höhe und 1,71 Mm. Länge und einem kleinen mehr rundlichen Anhange von 0,85 Mm. besteht; beide diese Ganglienmassen sind von einer geringen Menge von Bogenfasern umgeben und enthalten auch im Innern eine geringe Zahl markhaltiger Fasern; ausserdem verläuft an der ventralen Seite derselben ganz oberflächlich im Tuber ein zarter Längszug von Fasern ganz so, wie v. Lenhossék seine *Stria tuberis alba* zeichnet, biegt sich vorn dorsalwärts um und erreicht hinten das Corpus mamillare. Ausser diesen zwei Zellennestern mit kleinen Zellen finden sich ferner noch dicht vor dem Corpus mamillare zerstreute, mittelgrosse Zellen und um den ganzen Tractus opticus herum ebensolche Elemente, die im Allgemeinen drei Haufen bilden, die *Nuclei supraoptici anterior, dorsalis* und *posterior*, die alle von Nervenfasern durchzogen sind; der bedeutendste von diesen Kernen ist der N. s. anterior, von welchem ventrodorsal hinter der Commissura anterior ein in der Richtung gegen das vorderste Ende des Thalamus verlaufendes Bündel ausgeht und von v. Kölliker als das ventrale Bündel der *Stria medullaris thalami* aufgefasst wird. »Von viel geringerer Bedeutung als die *Nuclei supraoptici,* die ich als die eigentlichen *Ganglia optica basalia* ansehe», sagt v. Kölliker, »sind die *Nuclei tuberis.* Dieselben finden sich nur in mehr medialen Schnitten, aber meist nur undeutlich ausgeprägt». In seinen Schnitten fand er stellenweise zwei, in anderen aber drei Nuclei tuberis, von denen der hinterste einen Durchmesser von 0,93 Mm., der mittlere einen von 0,42 Mm. und der vorderste einen von 0,57 Mm. zeigte und die alle rundlich mit zarten Faserkapseln versehen waren. In anderen Schnitten fand er, wie erwähnt, nur zwei Nuclei, nämlich einen grösseren hinteren und einen kleineren vorderen.

Dies ist im Ganzen Alles, was man bis jetzt hinsichtlich der fraglichen Region kennt. In den übrigen neueren Arbeiten über das Menschenhirn habe ich fast gar keine hierauf bezügliche Angabe finden können. Hier sind offenbar noch Lücken in unserem Wissen vorhanden.

Wie oben erwähnt wurde, habe ich schon vor einigen Jahren die Untersuchungen dieser Gegend der basalen Fläche des Menschenhirns fortgesetzt und dabei einige Thatsachen gefunden, die nicht ohne Interesse sind. Es erwies sich nämlich, dass, wie oben angedeutet wurde, die von mir früher beschriebenen, zu beiden Seiten der Eminentia saccularis befindlichen Erhabenheiten *Nervenzellen* enthalten und als *oberflächlich gelagerte Ganglien* aufzufassen sind. Wie ich aber schon damals gezeigt habe, sind in den verschiedenen Gehirnen diese Erhabenheiten von wechselnder Gestalt und Grösse, und theilweise auch von verschiedener Lage. Es kam deshalb zuerst darauf an, das Typische in der gröberen, makroskopischen Anordnung herauszufinden und die Regel festzustellen.

Bei der Untersuchung einer grösseren Anzahl von gut gehärteten Gehirnen bin ich zu dem folgenden Ergebniss gelangt.

In einer Reihe von Fällen zeigt die fragliche Gegend keine besonderen Höcker. Die Oberfläche ist zwar im Ganzen etwas gewölbt, aber ohne bestimmte, abgegrenzte Erhabenheiten. In der Regel erscheint jedoch die mittlere Partie der zu jeder Seite der Eminentia saccularis belegenen Seitenfelder etwas konvexer als die übrigen Theile derselben.

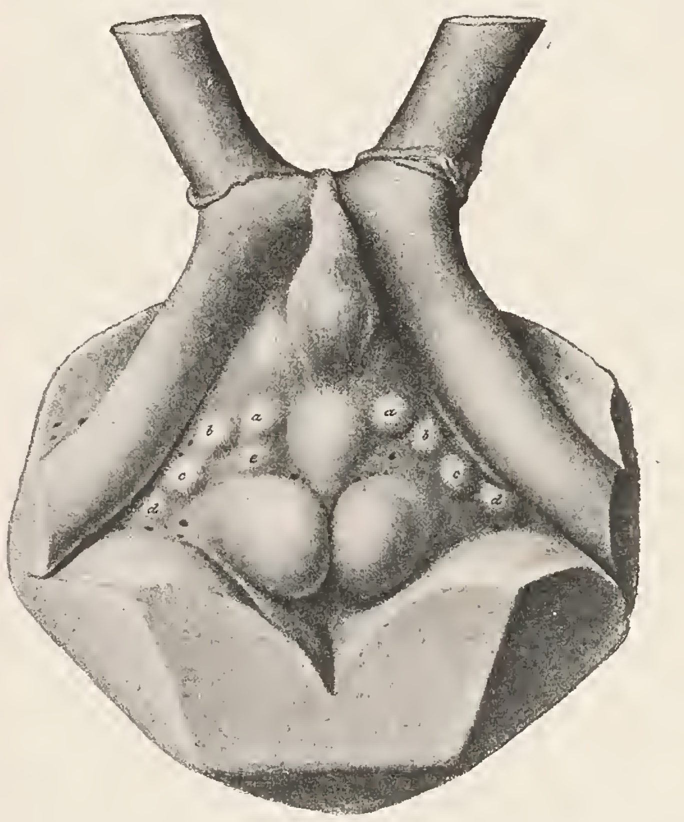
Von diesem einfachsten Stadium, das bei dem embryonalen und foetalen Gehirne die Regel zu sein scheint, trifft man eine Reihe von Uebergängen zu den complicirtesten und ausgeprägtesten Anordnungen. In jedem der beiden genannten Seitenfelder zeigt sich etwa in der Mitte ein rundlicher oder ovaler Höcker, nämlich die von mir früher als *Eminentia lateralis* bezeichnete Erhabenheit. In Fig. 6 (Taf. I) meiner Abhandlung »Ueber ein dem Saccus vasculosus entsprechendes Gebilde am Gehirn des Menschen» etc. (Biol. Unt., N. F., Band VII, 1, 1895) ist dies schon charakteristisch wiedergegeben; ebenso in Fig. 8 und 13 der Taf. XXXIII in »Das Menschenhirn» (1896). In Fig. 5, 6 und 7 der dieser Mittheilung beigefügten Tafel (Taf. XIX) findet man in verschieden starker Ausbildung diesen paarigen Höcker *(el)* wieder. In manchen Fällen ist derselbe der hier allein hervortretende und gut entwickelte. In anderen Fällen aber findet man dicht hinter und lateralwärts von ihm

je einen kleineren Höcker (Fig. 6 und 7, *epl,* der Taf. XIX), den ich als *Eminentia posterolateralis* bezeichnen will. In Fig. 5 derselben Tafel ist diese Erhabenheit kaum angedeutet.

Diese beiden Höckerpaare, die Eminentiæ laterales und posterolaterales, enthalten je eine Nervenzellenanhäufung, ein Ganglion. Diese Ganglien entsprechen offenbar jederseits dem Nucleus anterior und dem Nucleus posterolateralis von Lenhossék's.

In vielen Fällen fand ich aber dann in den beiden Seitenfeldern, nach hinten und lateralwärts von den beiden Höckerpaaren, je eine Erhabenheit, welche schon in einigen der Figuren meiner angeführten beiden früheren bezüglichen Publicationen deutlich dargestellt sind, obwohl ich sie in dem Texte nur kurz berührte. Diese letzteren Erhabenheiten können auch verschiedener Grösse und Ausbildung sein, wie die Fig. 5, 6, 7 und 8 bei *ee* zeigen. Sie sind bald mehr rundlicher, bald mehr elliptischer Form, und sie befinden sich ganz in der Nähe des äusseren Winkels des Seitenfeldes, zwischen dem Crus und dem Tractus opticus. Ich habe sie als *Eminentiæ extremæ* bezeichnet.

An den in Formol gut gehärteten Präparaten gelang es mir nun, dieselben, beim Versuch sie durch Dehnung aus ihrer Lage zu entfernen, in recht frappanter Weise von der nach aussen von ihnen belegenen grauen Hirnsubstanz auszulösen, wobei sie als rundlich-ovale, scharf begrenzte Körper erscheinen, die etwa wie Bilboquetkugeln aus ihren Schalen aufgehoben sind. In Fig. 7 der Taf. XIX habe ich ein solches Präparat in viermaliger Vergrösserung wiedergegeben, wo die beiden Körper der Eminentiæ extremæ *(ee)* in dieser Weise aus ihrer schalenförmig gestalteten äusseren Umgebung ausgelöst sind. In Fig. 8 ist dasselbe Präparat in dreimaliger Vergrösserung von unten-rechts abgebildet; hier sind die Partieen noch mehr von einander gezogen, wodurch das Bündel der vorderen Commissur *(ca)* und dasjenige von Vicq d'Azyr (Fascic. thalamo-mamillaris oder mamillo-thalamicus), das schön gewunden erscheint *(fmt)* obenso wie der Fasciculus pedunculo-mamillaris (F. mamillo-peduncularis) *(fmp)* in der Spalte zu sehen sind.



Der zuletzt beschriebene Körper, welcher der Eminentia extrema entspricht, ist auch eine distincte Nervenzellenanhäufung, ein Ganglion oder ein Nucleus. In der mir zugänglichen Literatur habe ich diese Bildung nicht erwähnt oder beschrieben gefunden. Ich will ihn deshalb bis auf Weiteres als *Nucleus extremus hypencephali* bezeichnen. Mit dem dritten von v. Koelliker zuweilen gesehenen Nucleus kann er wegen seiner Lage nicht identisch sein.

Dann giebt es aber noch eine Anzahl Fälle, wo man nach vorn-innen von der Eminentia extrema noch einen kleinen Höcker wahrnimmt, der auch ein Ganglion repräsentirt; dieses *(x)* scheint sich etwas über den Tractus opticus emporzuchieben und gehört wahrscheinlich den von v. Lenhossék und v. Kölliker beschriebenen supraoptischen Nuclei an.

Schliesslich trifft man Fälle, wo die fraglichen Erhabenheiten in regulärer Weise jederseits zu einer Reihe von vier Höckern angeordnet sind, wozu noch die Eminentia postero-lateralis hinzukommt. Ich theile hier im Texte in Autotypie die Abbildung eines solchen Präparates (3 mal vergrössert) mit. Es ist z. Th. nicht ganz leicht alle diese Erhabenheiten zu identificiren. Die beiden zu jeder Seite der Eminentia saccularis belegenen *(aa)* gehören offenbar den Eminentiæ laterales an; ob aber die nach aussen von ihnen befindlichen Höcker *(bb)* auch demselben Ganglion beiderseits zuzurechnen sind, indem sie von ihm nur an der Oberfläche abgespaltet sind, oder ob sie den supraoptischen Ganglien angehören, lässt sich nicht ohne Weiteres entscheiden. Ebenso ist es schwer zu bestimmen, ob die beiden äusseren-hinteren Erhabenheiten *(cc, dd)* jeder Seite dem Nucleus extremus angehören, oder ob dieser nur durch das äusserste-hinterste Paar *(dd)* vertreten ist. Hinter den beiden Eminentiæ laterales bemerkt man an jeder Seite eine schwache Erhabenheit *(ee),* die rechts etwas ausgeprägter und wahrscheinlich als die Eminentia postero-lateralis zu deuten ist, falls nicht beide zusammen *(bb)* dieser Bildung entsprechen.

Es ist nicht ganz unmöglich, dass in der fraglichen basalen Hirnpartie noch mehr gangliöse Nervenzellenhaufen zu unterscheiden sind. Dies lässt sich natürlicherweise durch die makroskopische oder die Loupen-Unter-

suchung nicht entscheiden; sie giebt aber Andeutungen und Hinweise, welche zu einer eingehenden mikroskopischen Untersuchung ermuthigen. Es ist nun auch schon lange meine Absicht gewesen, eine solche durchzuführen. Durch die Golgi'sche Methode habe ich zwar das Vorhandensein von Nervenzellen in den erwähnten Nuclei bestätigen können; in Folge der launenhaften Färbungsfähigkeit der Methode gelang es mir aber, wie erwähnt, nicht, die verschiedenen Ganglien in distincter Weise zu unterscheiden. Dies hängt wohl auch z. Th. davon ab, dass es so schwer ist, gerade vom menschlichen Gehirn hinreichend frisches Material zu bekommen. Diese Schwierigkeit ist auch für die Anwendung der Weigert'schen Methode etwas verhängnissvoll. Meine Versuche in dieser Richtung sind nämlich hinsichtlich dieser Region gescheitert, und ich kann dies kaum anders erklären als durch die Beschaffenheit des Materiales. Da es aber v. Lenhossék gelungen ist, bei den Nuclei dieser Region gute Färbungen zu bekommen, wird es sich wohl lohnen, die Versuche fortzusetzen. Ich hatte nun bis jetzt weder Material noch Zeit dazu.

Durch die Härtung der Gehirne in Zenker'scher Mischung und Färbung der Schnitte in Erythrosin-Toluidin habe ich indessen eine Reihe von Präparaten gewonnen, die über die Anordnung der Nervenzellen in den Nuclei eine ziemlich gute Uebersicht gaben.

Im Zusammenhange mit dieser kurz gefassten Darstellung der fraglichen Verhältnisse beim Menschen theile ich hier noch einige Beobachtungen derselben Region bei einigen höheren *Affen* mit. Auch bei diesen trifft man nämlich mehr oder weniger ausgesprochene Höcker, die mit den beim Menschen beschriebenen Bildungen zu vergleichen sind.

In Fig. 9 der Taf. XIX findet man also eine Abbildung der fraglichen Region des Gehirns eines erwachsenen *Orang Utans;* in der Mitte derselben erkennt man eine schön entwickelte Eminentia saccularis; zu beiden Seiten derselben findet sich eine rundliche Convexität des Tuber cinereum, die jedoch keine ausgeprägte besondere Eminentia lateralis zeigt; nach hinten-aussen sieht man beiderseits zwei, mit einander zusammenhängende Höcker, von denen der innere der *Eminentia postero-lateralis* (Nucleus postero-lateralis) und der äussere der *Eminentia extrema* (Nucleus extremus) des Menschenhirns entsprechen.

Die Fig. 10 stellt die Abbildung derselben Region eines erwachsenen *Chimpansen* dar; hier ist auch die Eminentia saccularis gut ausgebildet; zu beiden Seiten von ihr sieht man an der hervorgewölbten Fläche des Tuber cinereum keine besondere Eminentia lateralis, nach hinten-aussen davon aber, im Winkel der Seitenfelder, eine deutliche *Eminentia extrema* und nach innen von ihr eine Eminentia postero-lateralis. Nach hinten von diesen findet man je ein gut ausgeprägtes Brachium corporis mamillaris.

Die Fig. 11 derselben Tafel stellt die betreffende Region vom Gehirn eines *Cynocephalus Mormon* dar. Hier ist auch die Eminentia saccularis vorhanden; besondere Eminentiæ laterales aber finden sich nicht. Die *Eminentiæ extremæ* sind zwar vorhanden, aber nur schwach angedeutet; die Brachia corporum mamillarium sind dagegen in ausgeprägtem Zustande sichtbar.

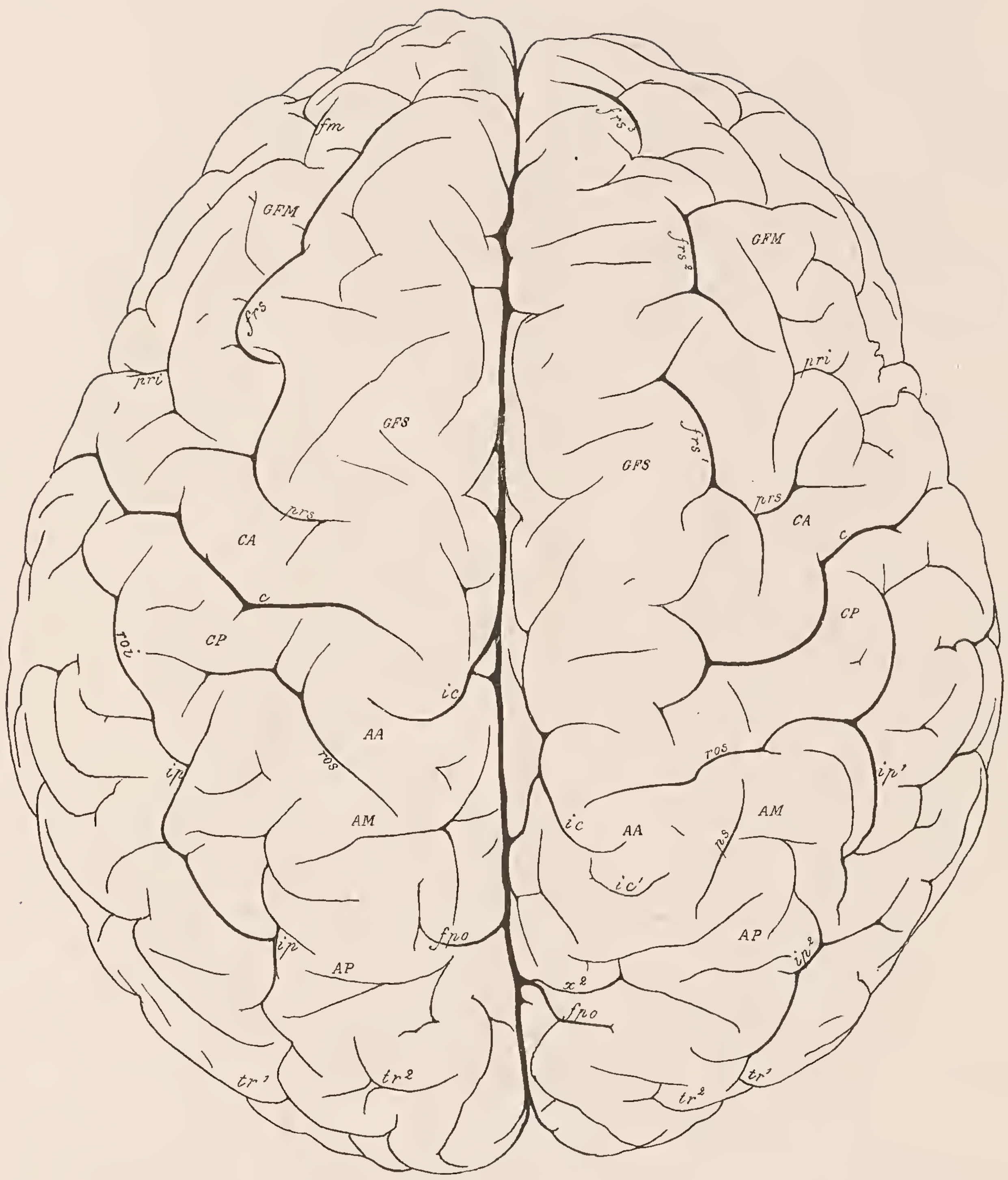
Bei den Affen trifft man also zum Theil ähnliche Verhältnisse wie beim Menschen; sie sind aber, wenigstens bei dem mir zugänglichen Material, das ziemlich reich ist, nicht so ausgeprägt, nicht so differenzirt, wie bei ihm.

Aus der obigen Darstellung geht nun die interessante Thatsache hervor, dass die in der basalen Tuberregion, beiderseits von der Eminentia saccularis befindlichen, mehr oder weniger stark ausgebildeten Erhabenheiten Nervenzellenanhäufungen, sog. Ganglia oder Nuclei des Hypencephalons, entsprechen, und dass sie zu einer genaueren Erforschung dieser letzteren als Leitfaden dienen können. Indem ich bedauere, dass ich bisher nicht Gelegenheit fand, eine eingehende mikroskopische Untersuchung auszuführen, spreche ich jedoch die Hoffnung aus, dies ein anderes Mal thun zu können.

Jedenfalls ist es von Interesse zu erfahren, dass diese Ganglien bis an die Oberfläche hervordringen und sich oft sogar über dieselbe höckerartig emporheben. Merkwürdig ist es aber, dass dies in so wechselnder Weise stattfindet.

Taf. I.

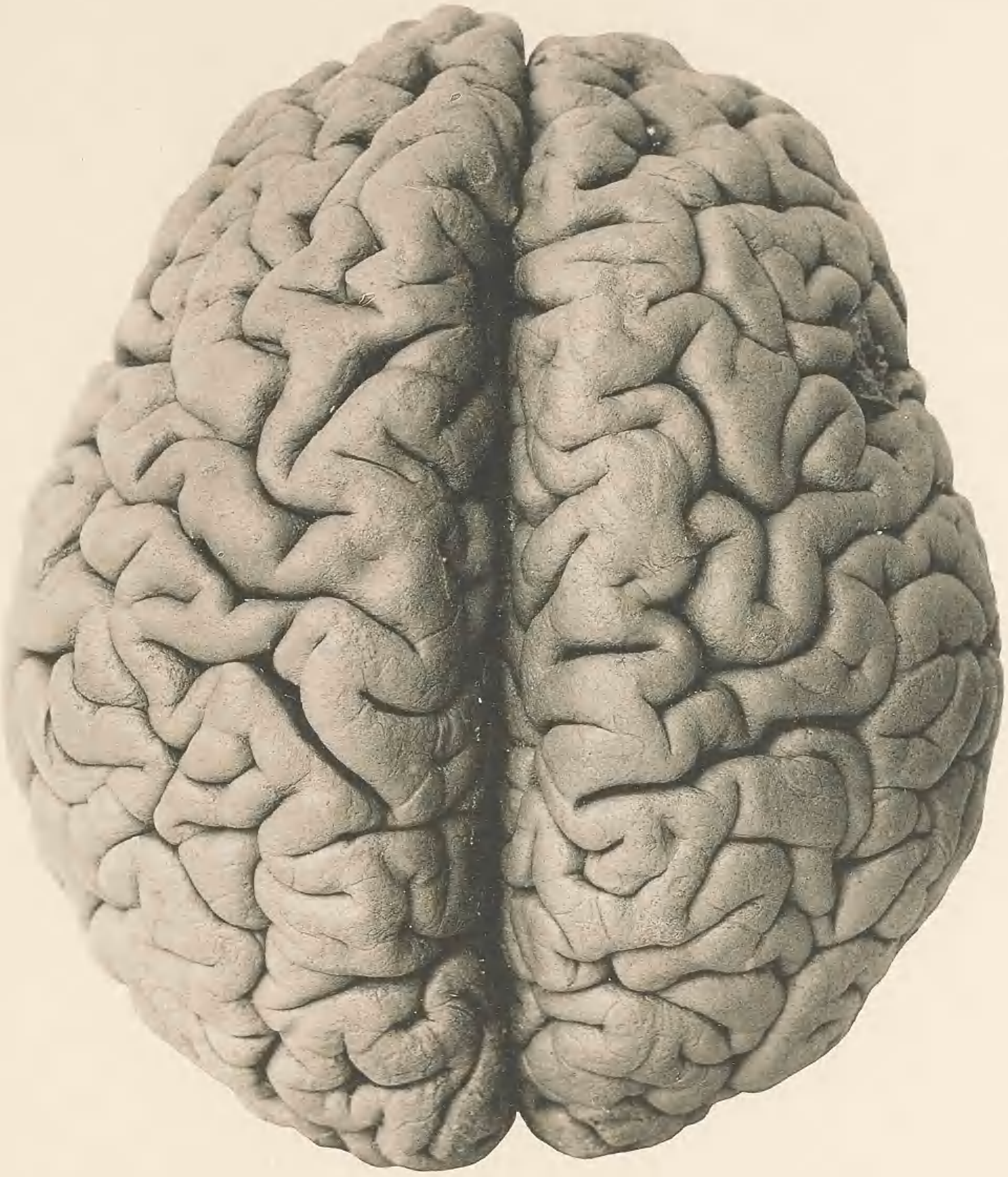
1.


fm
GFM
frs
pri
GFS
prs
CA
c
CP
roi
ic
AA
ros
AM
ip
fpo
AP
tr¹
tr²
GFS
GFM
pri
CA
CP
ros
ip'
ic
AA
ps
AM
ic'
AP
fpo
tr¹
tr²

2.


GFS
frs
GFM
fm
GFS
frs
GFM
fm
GFM

1.

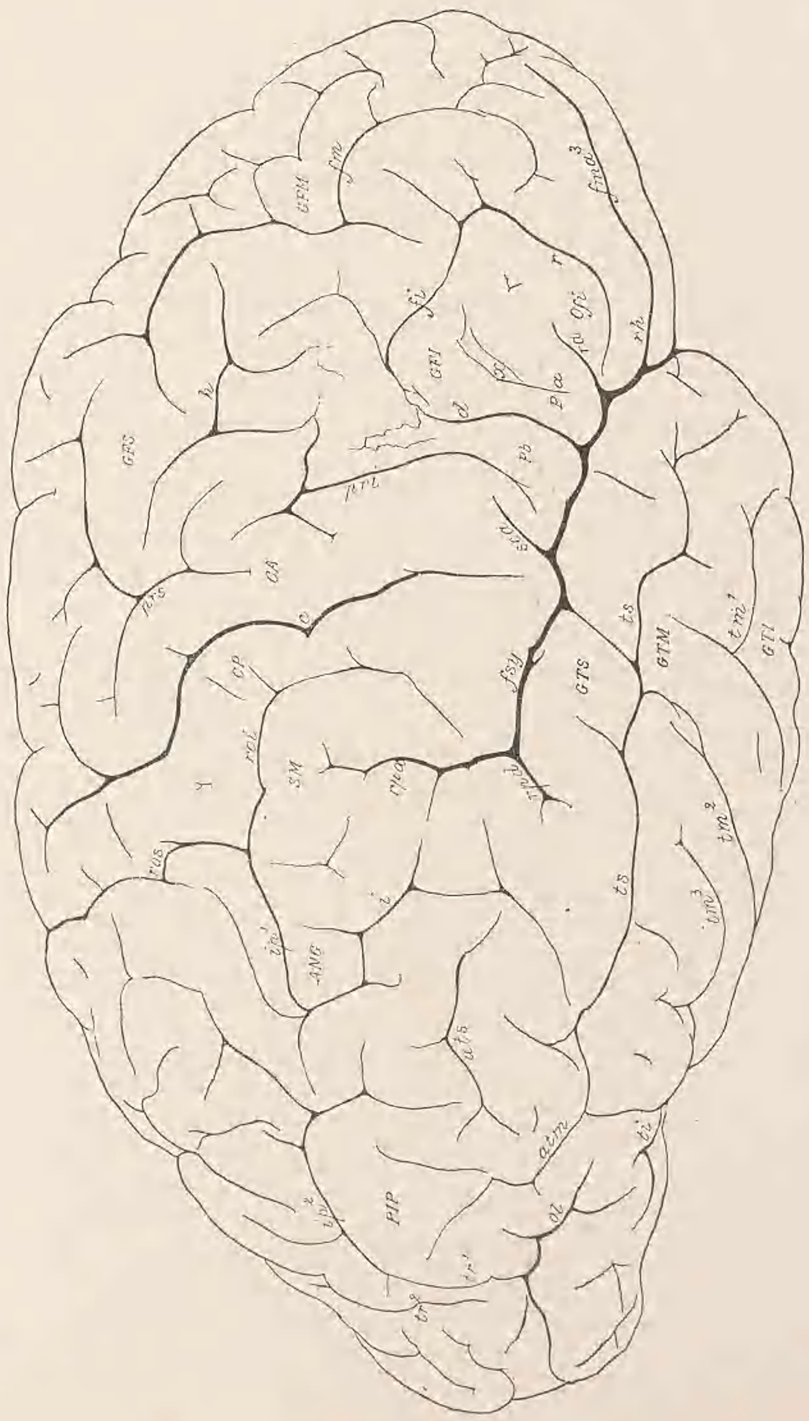


2.



Lichtdr. v. Chr. Westphal, Stockholm.

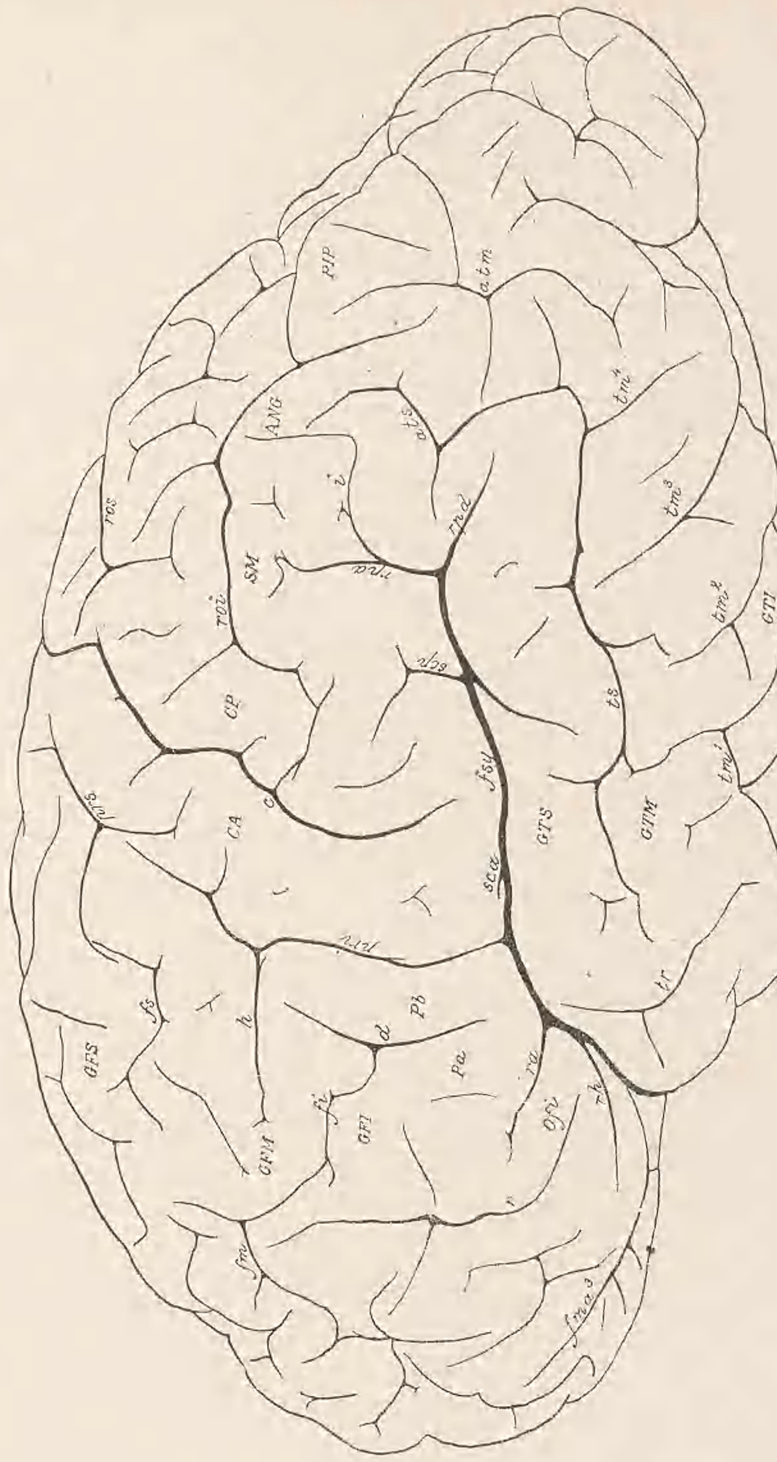
Taf. II.



1.



2.

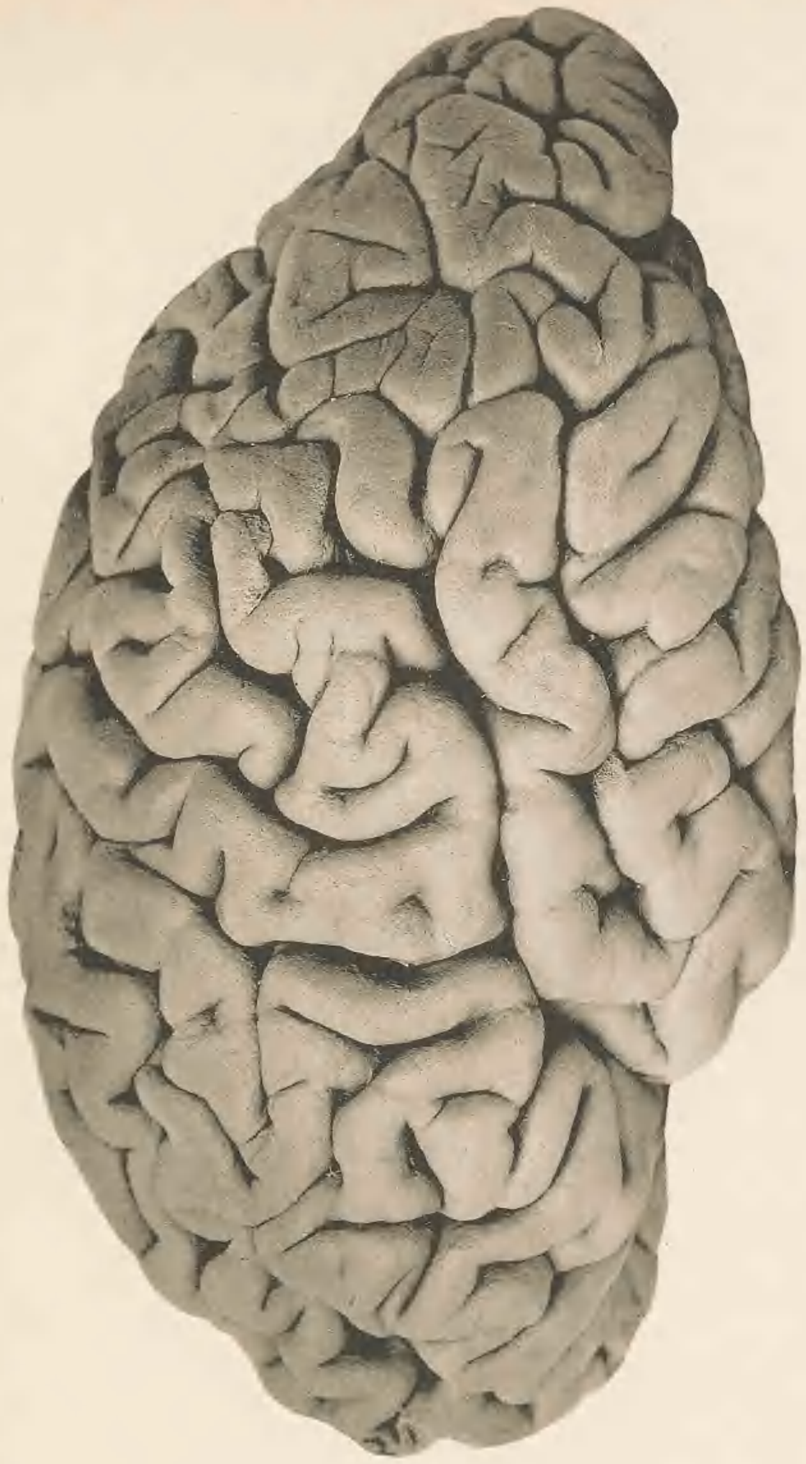


3.



4.

Taf. II.



3.



2.



1.

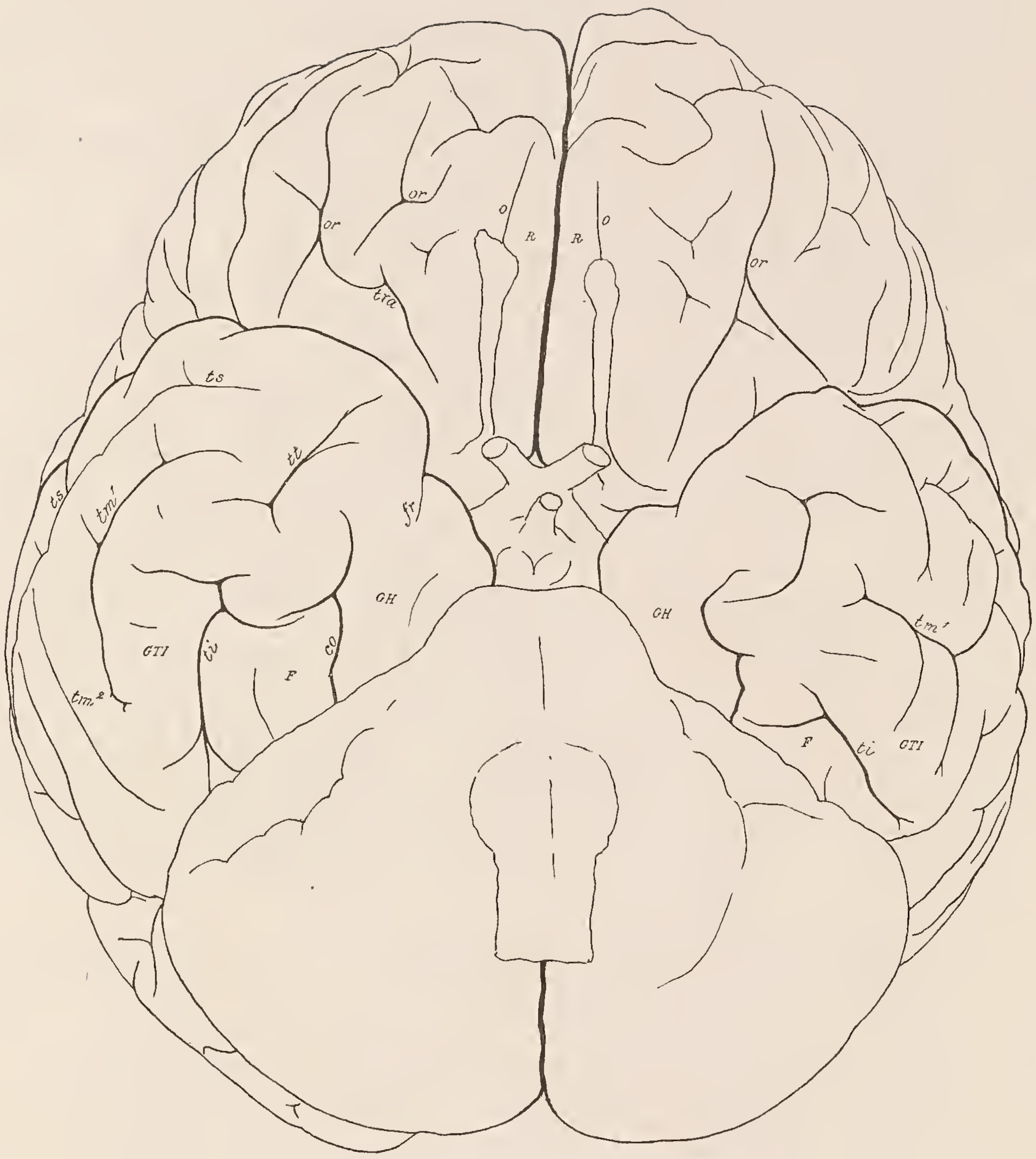


4.

Lichtdr. v. Chr. Westphal, Stockholm.

Taf. III.

1.


or
or
O
R
R
O
or
tra
ts
tt
ts
fr
GH
GTI
ti
co
F
GH
F
ti
GTI

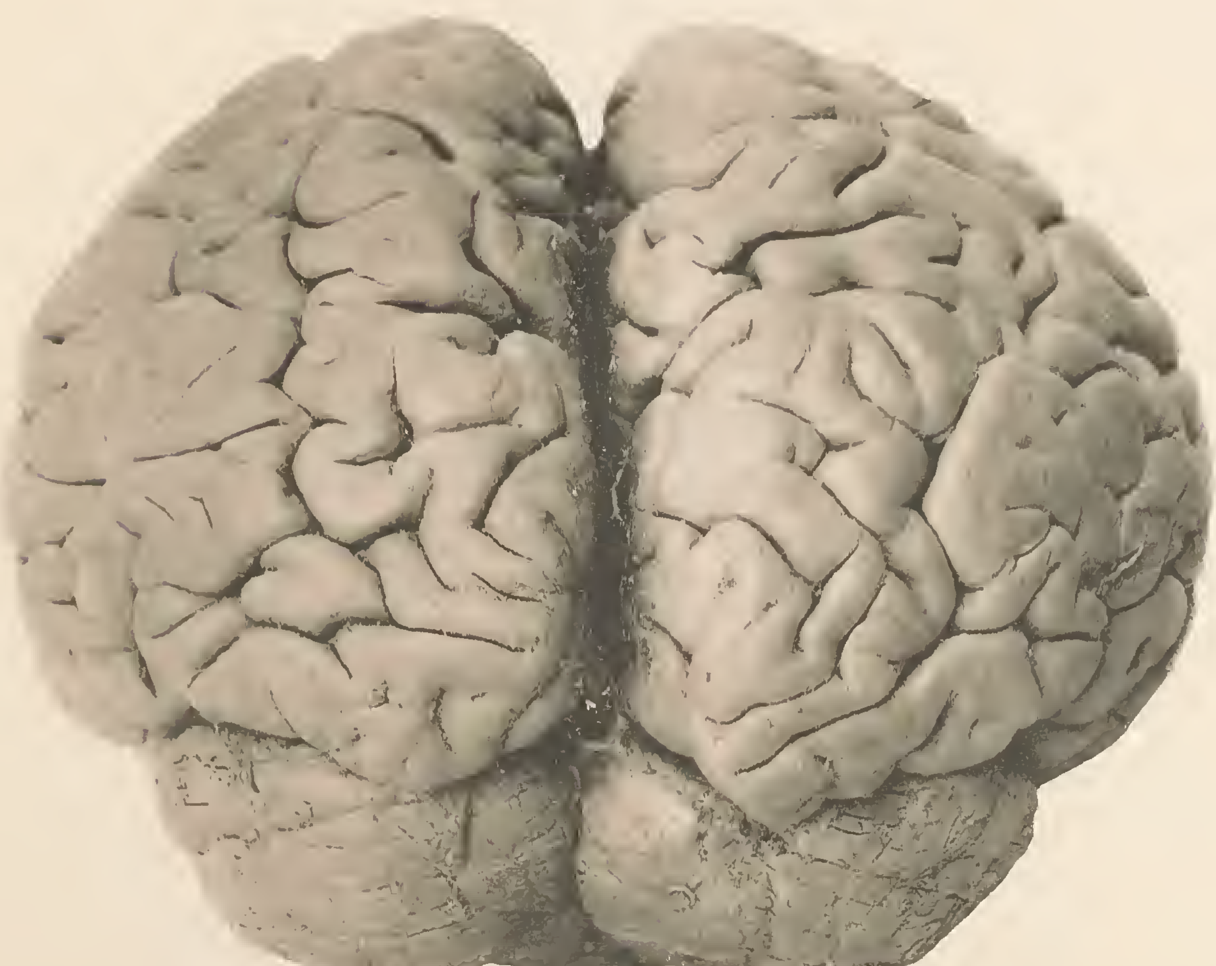
2.


ros
AA
AM
ic
AA
ros
ic
AM
AP
AP
ip
fpo
AP
scs
fpo
AP
scs
OL
ol
OL
ol

1.



2.



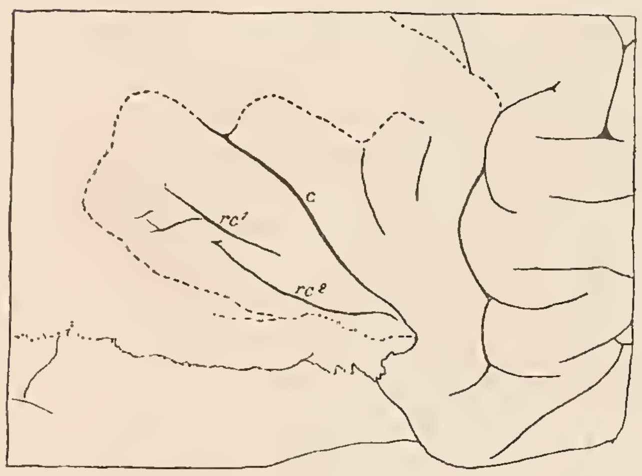
Lichtdr. v. Chr. Westphal, Stockholm.

Taf. IV.

1.



2.



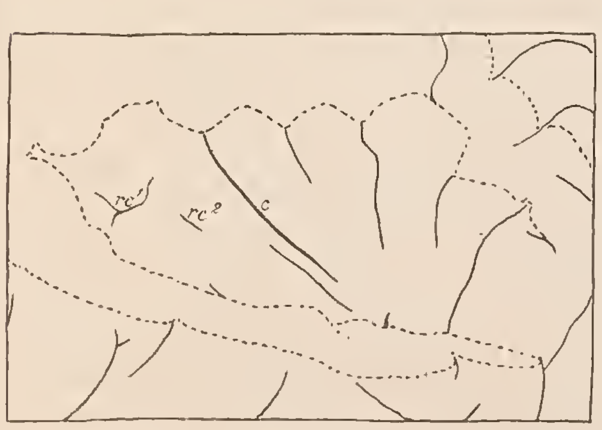
3



4.



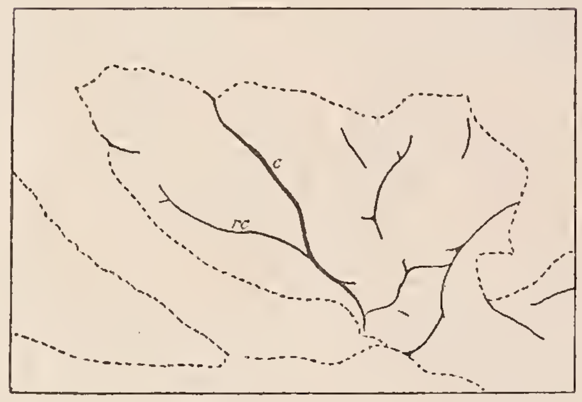
5.



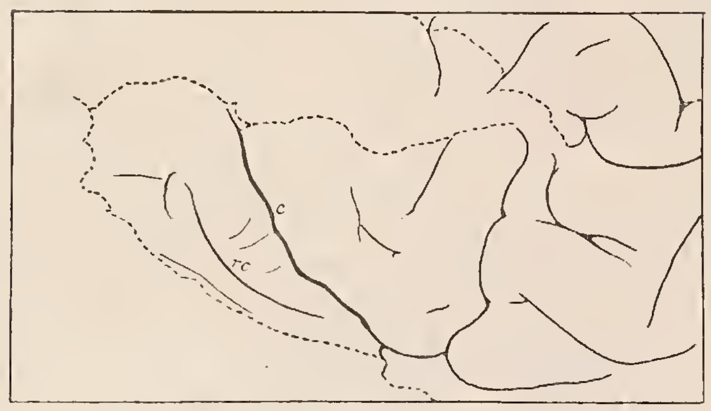
6.



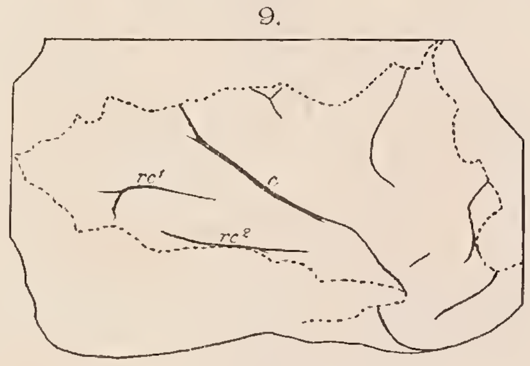
7.



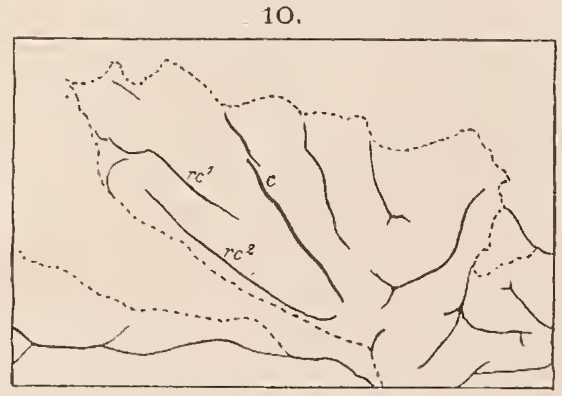
8.



9.



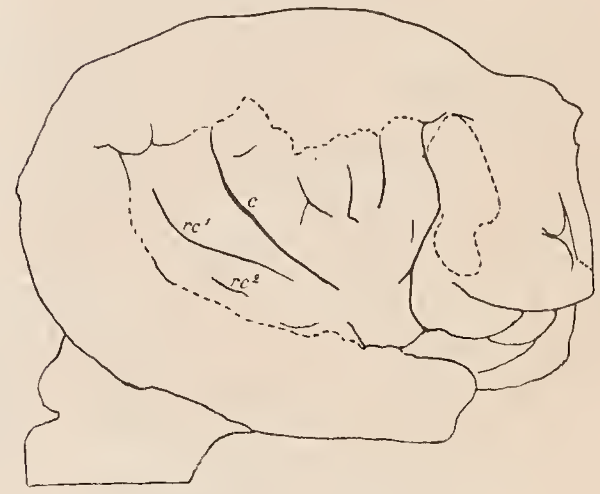
10.



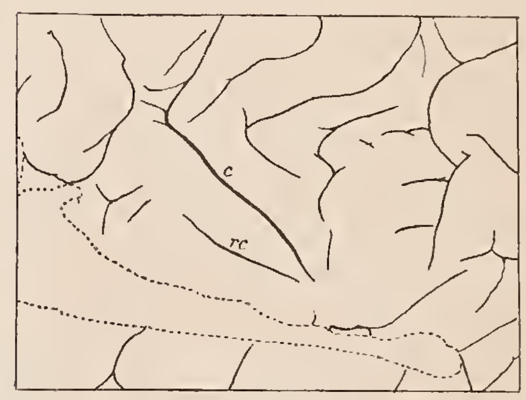
11.



12.



13.



14.



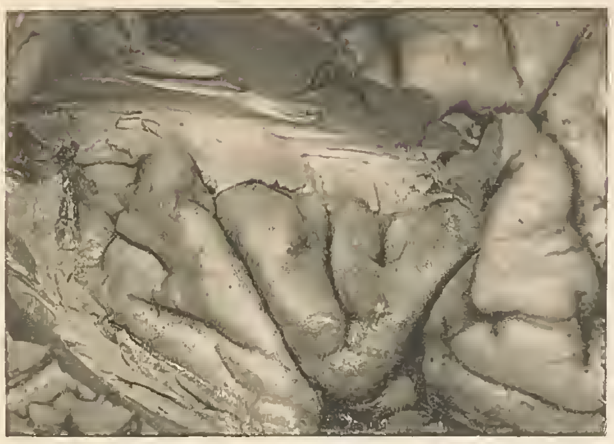
15.



16.



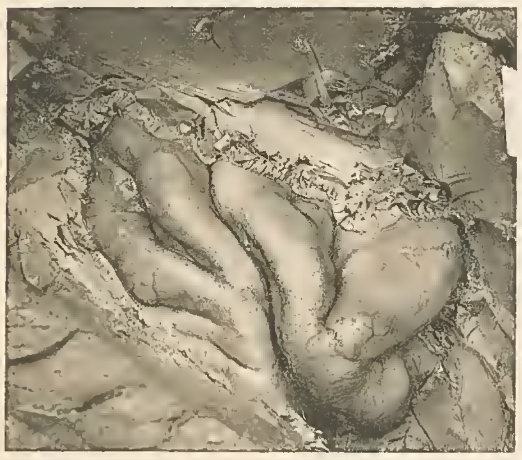
1.



2.



3.



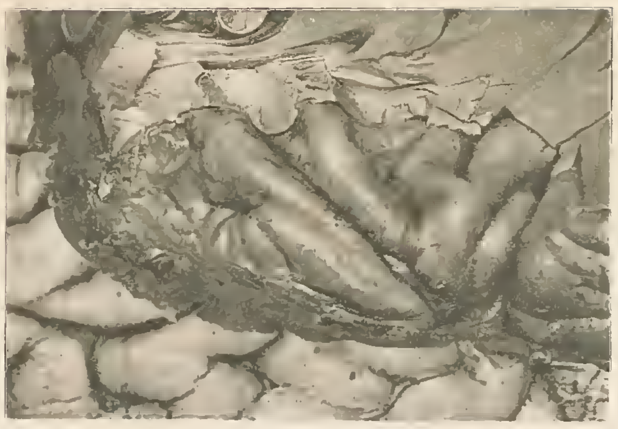
4.



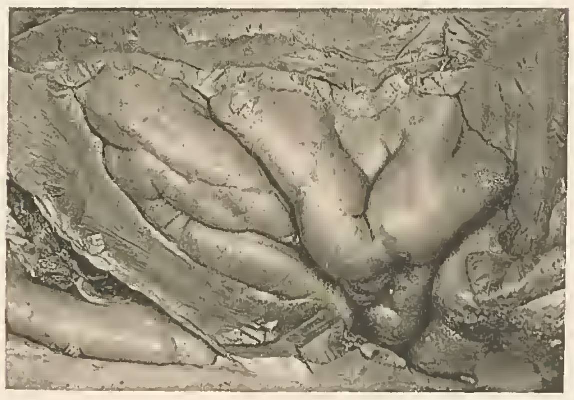
5.



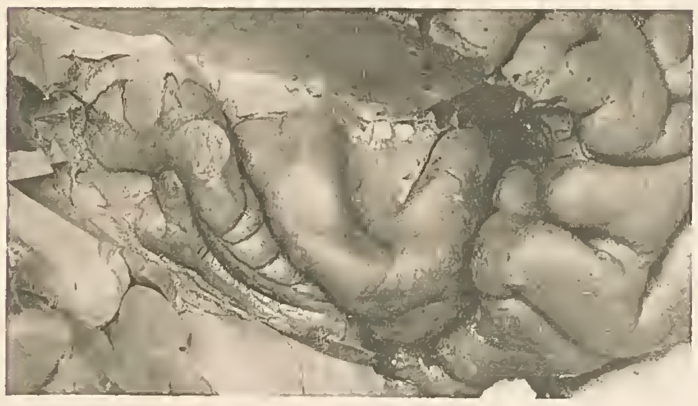
6.



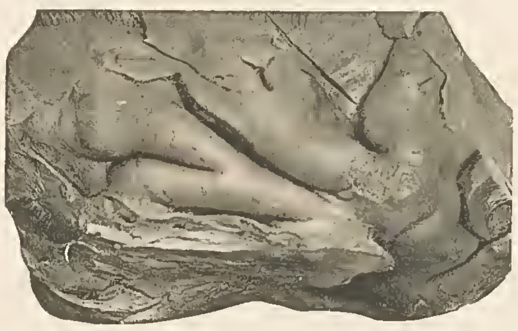
7.



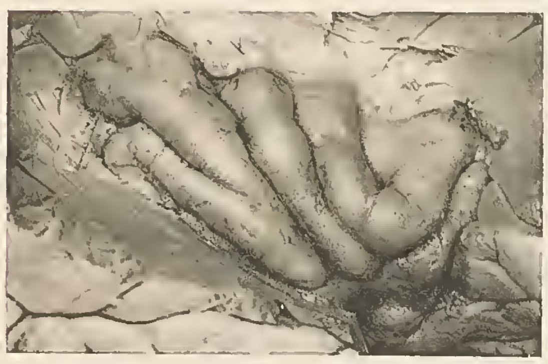
8.



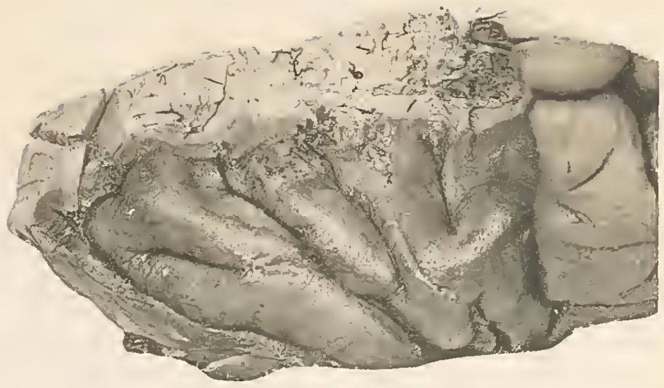
9.



10.



11.



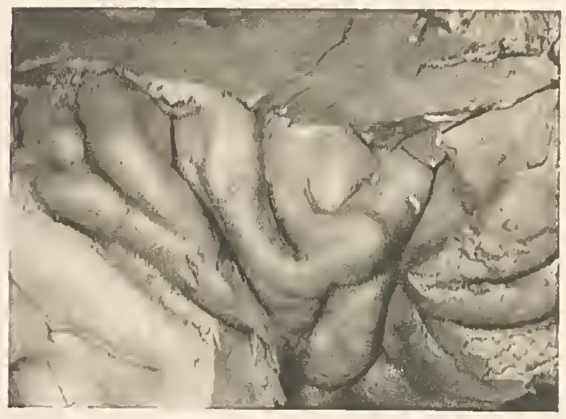
12.



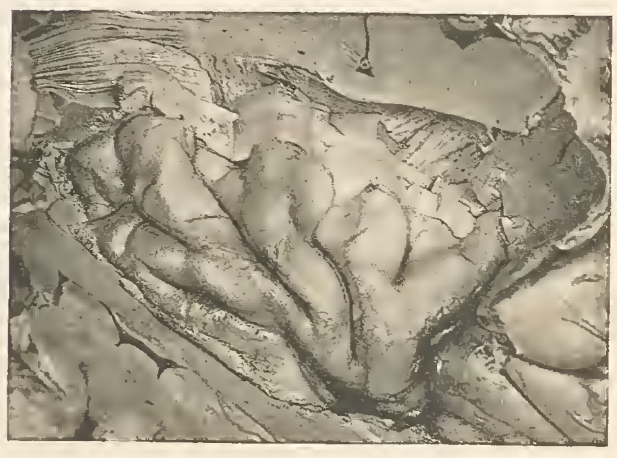
13.



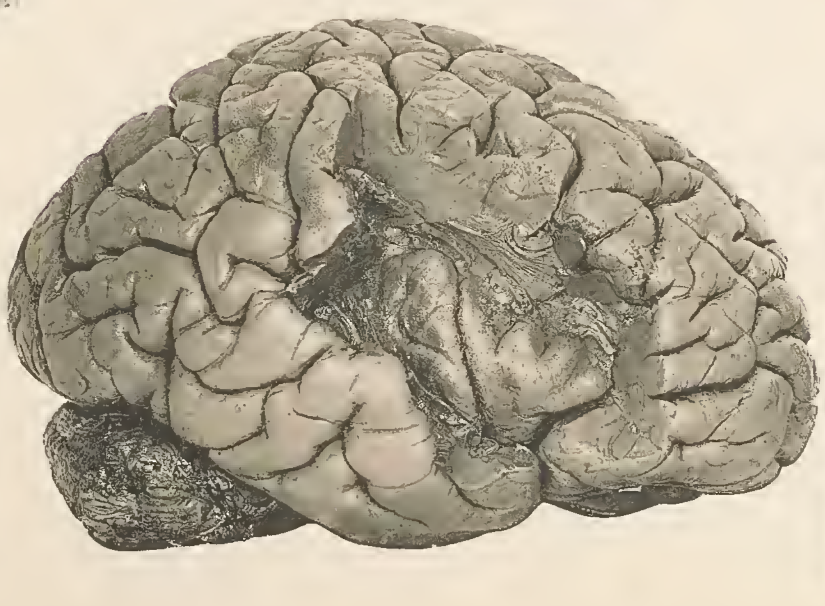
14.



15.



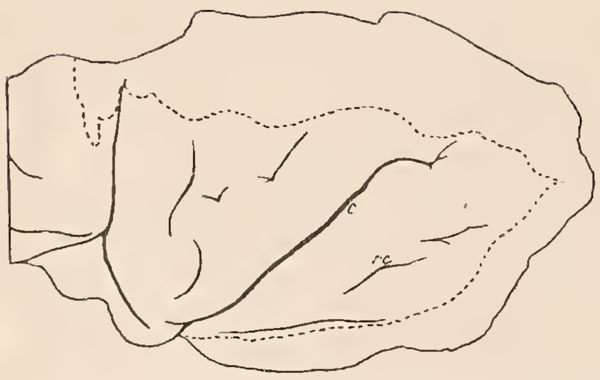
16.



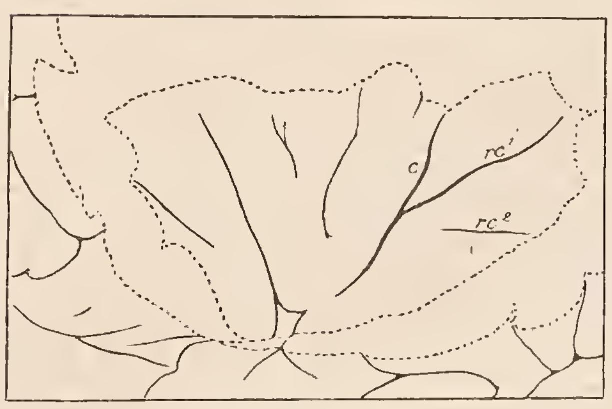
Fot. und Lichtdr. von Chr. Westphal, Stockholm.

Taf. V.

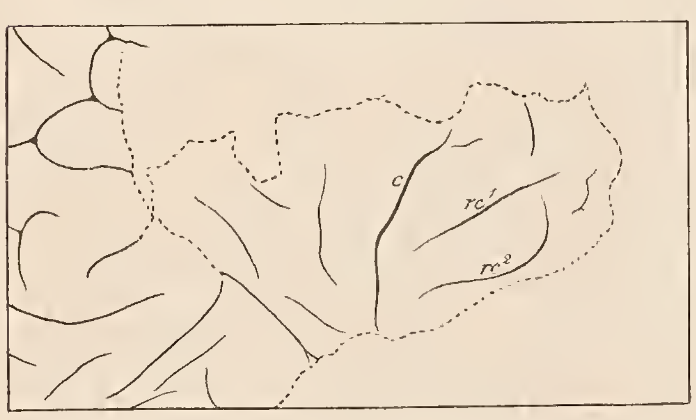
1.



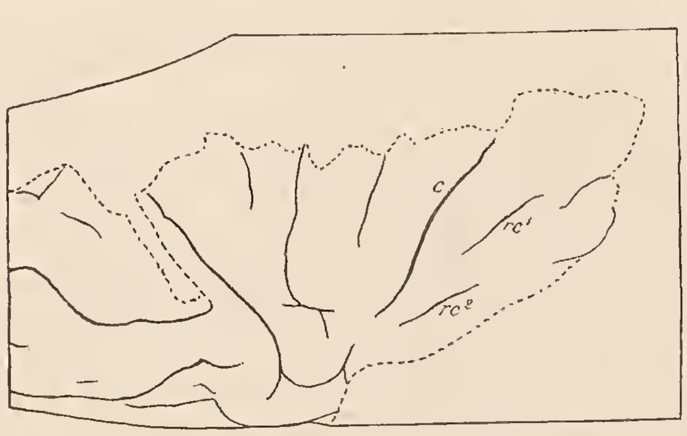
2.



3.



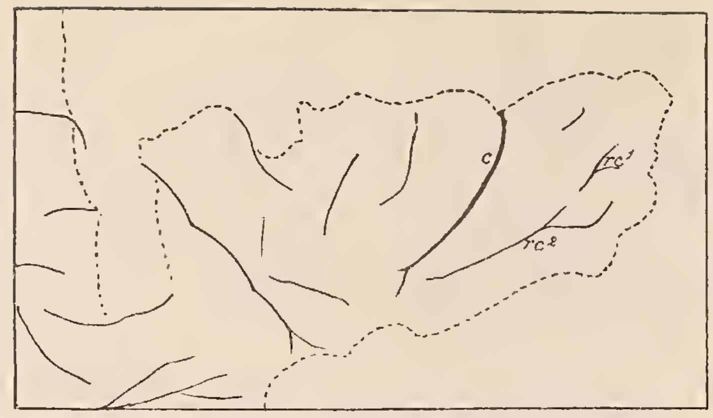
4.



5.



6.



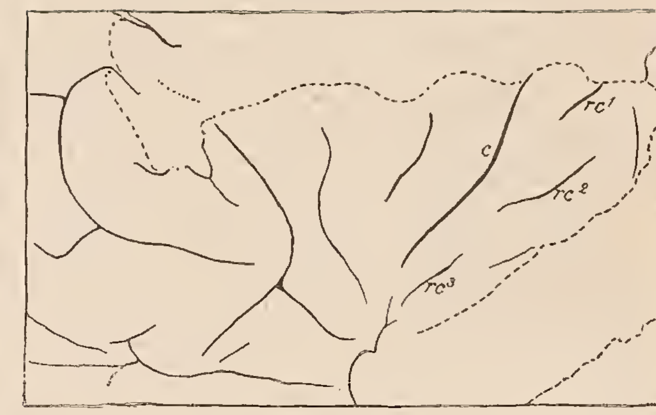
7.



8.



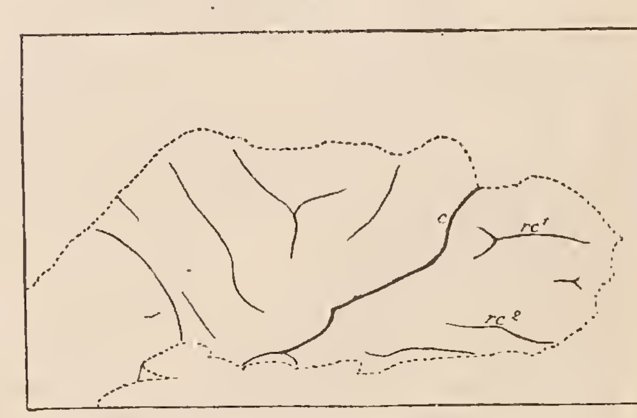
9.



10.



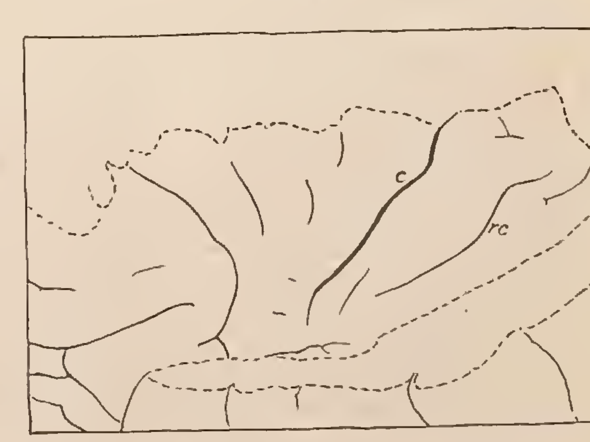
11.



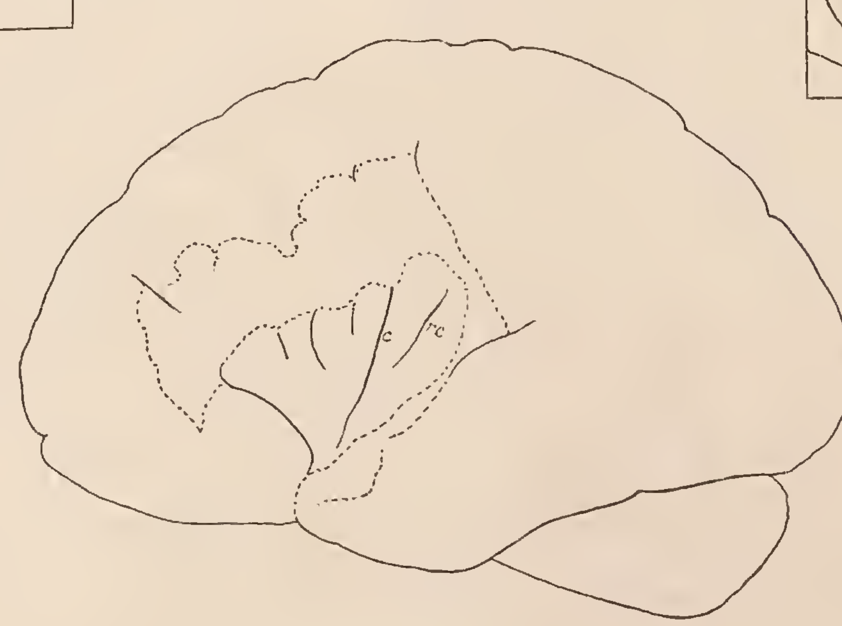
12.



13.

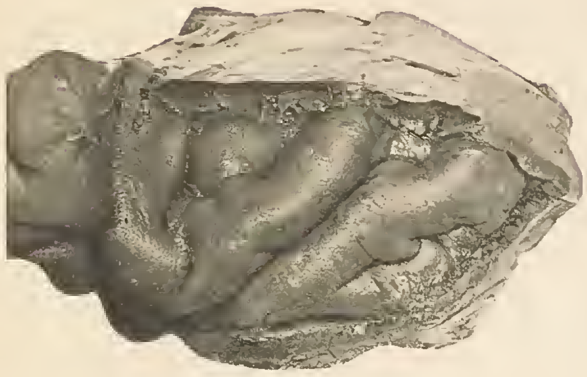


14.

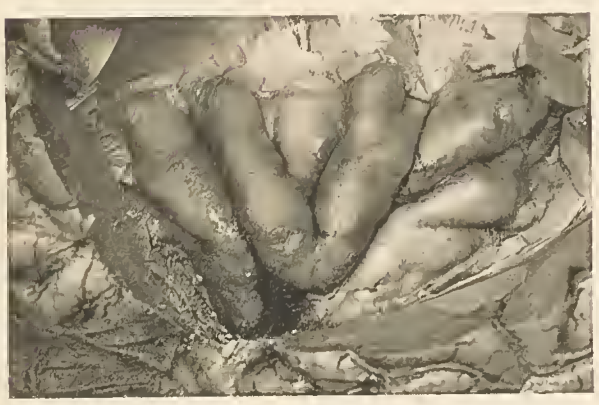


Taf. V.

1.



2.



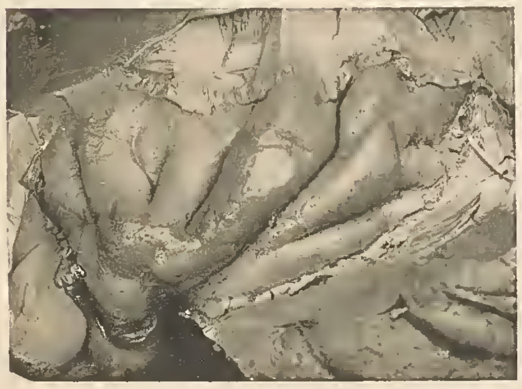
3.



4



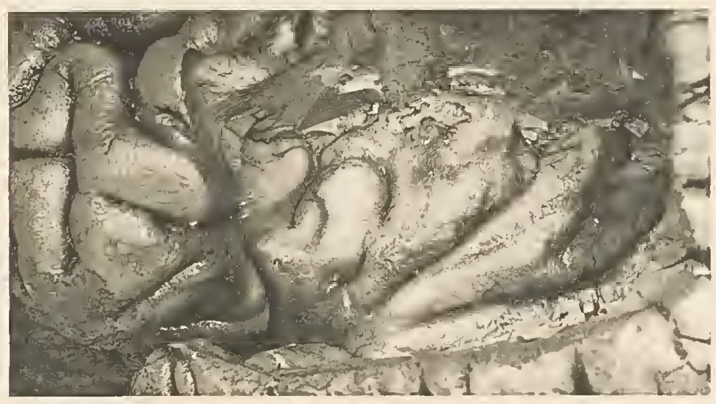
5.



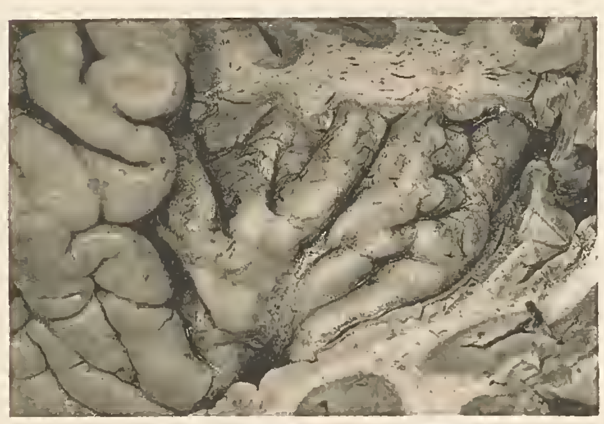
6.



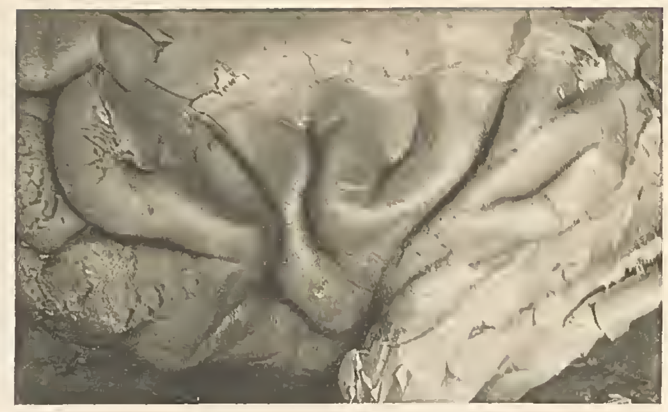
7.



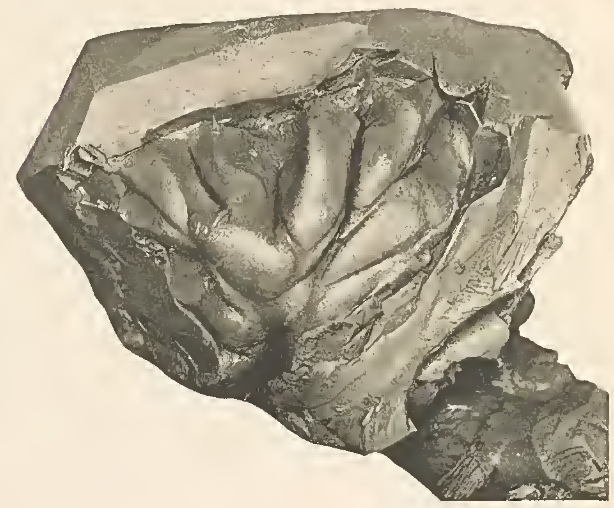
8.



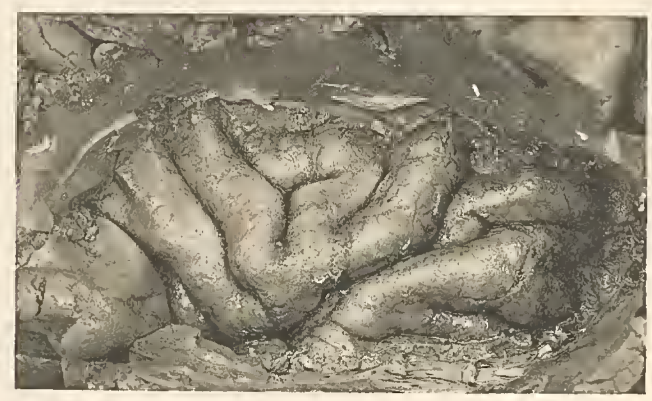
9.



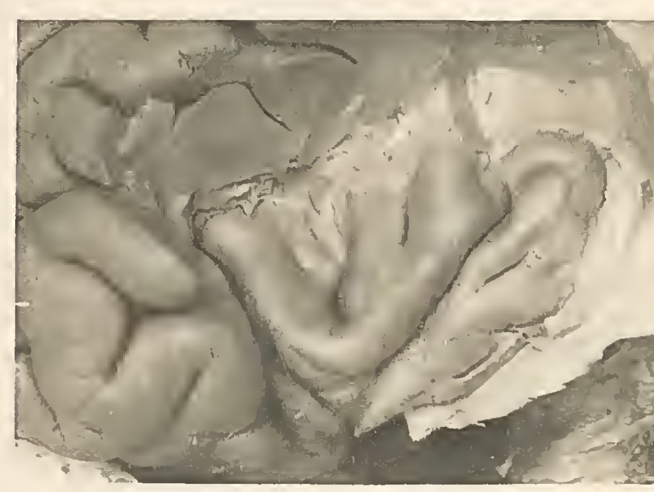
10.



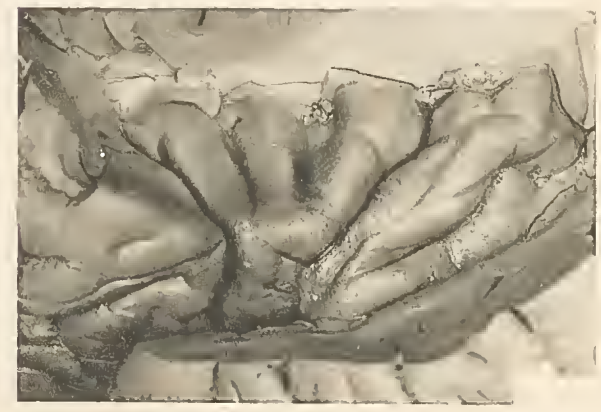
11.



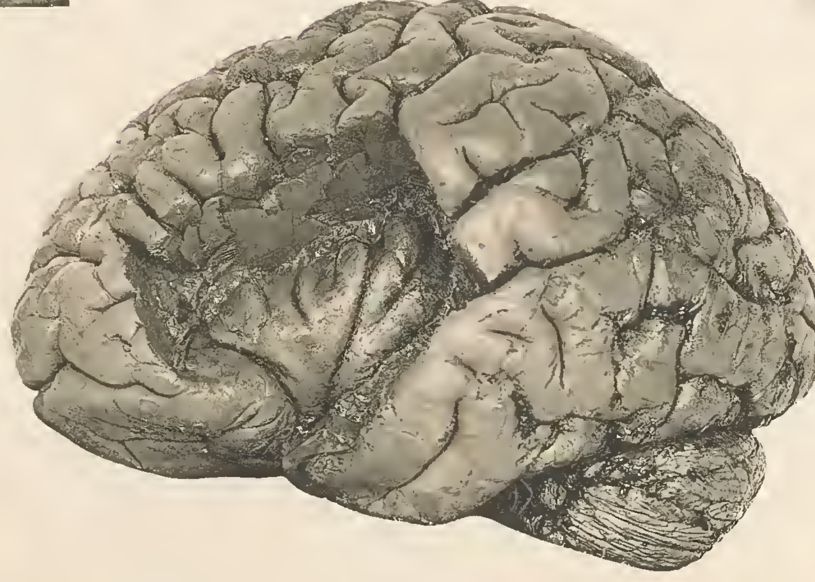
12.



13.



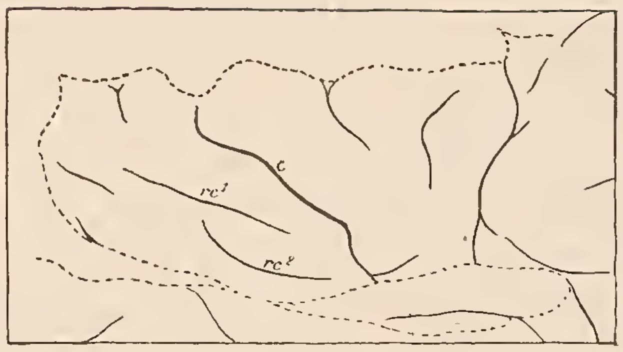
14.



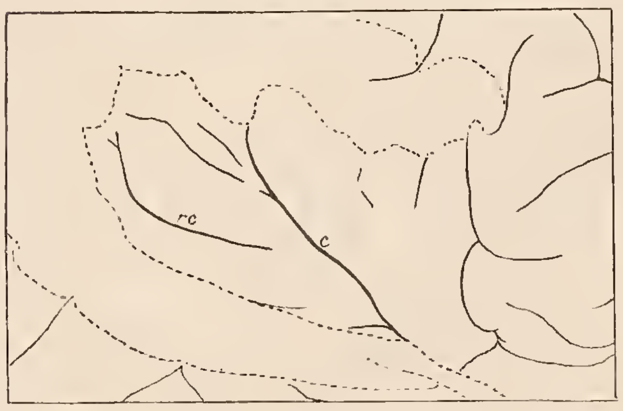
Fot. und Lichtdr. v. Chr. Westphal, Stockholm.

Taf. VI.

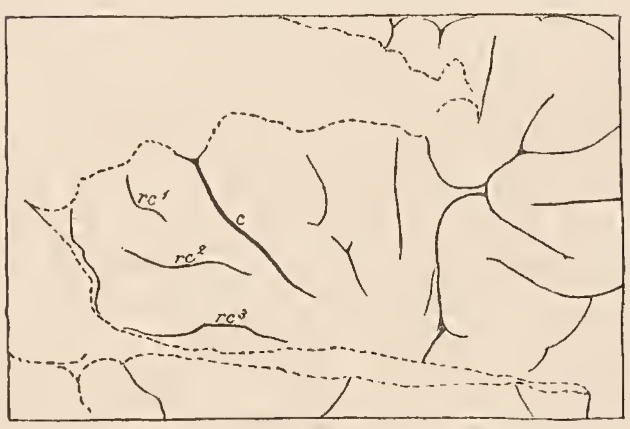
1.



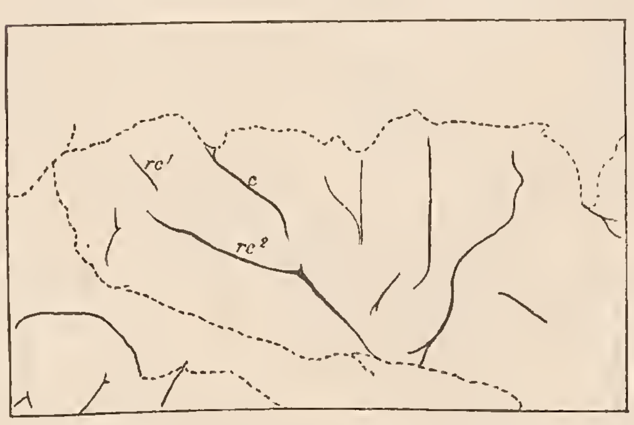
2.



3.



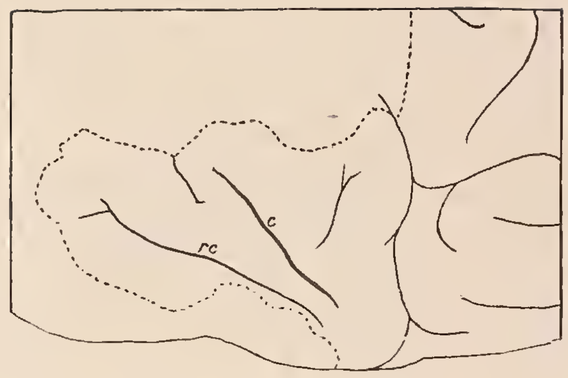
4.



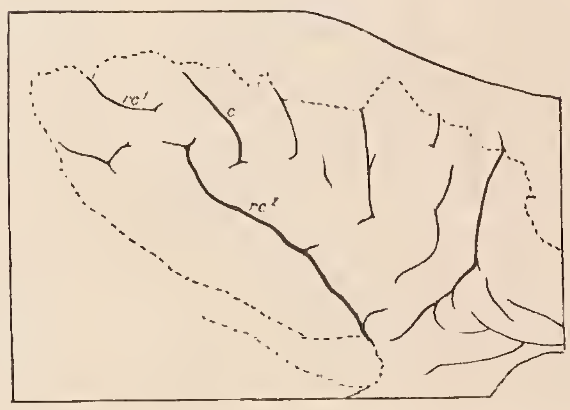
5.



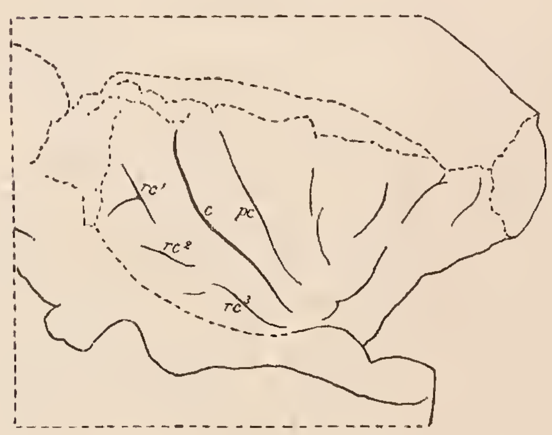
6.



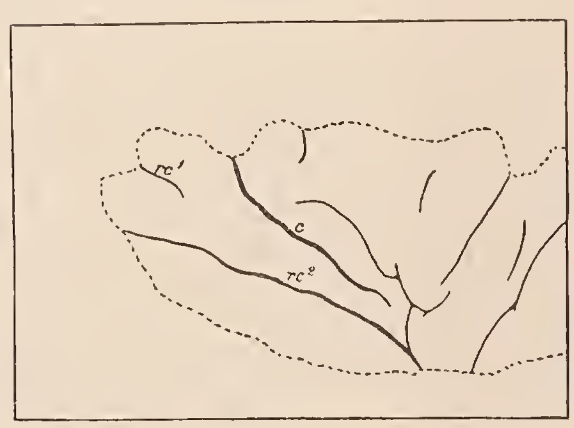
7.



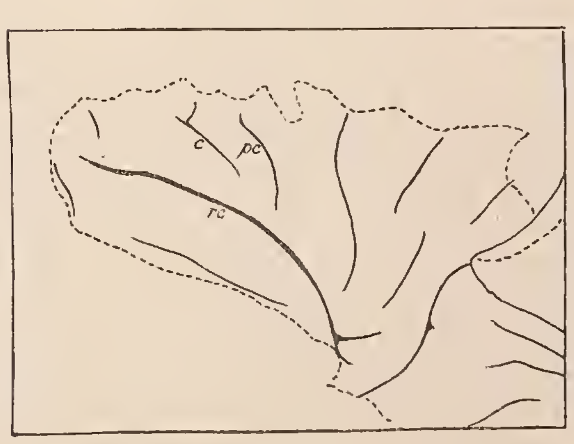
8.



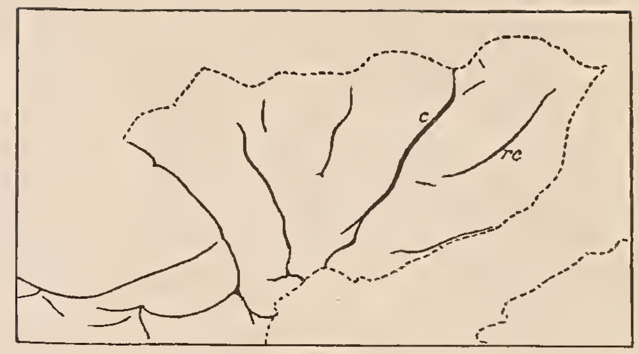
9.



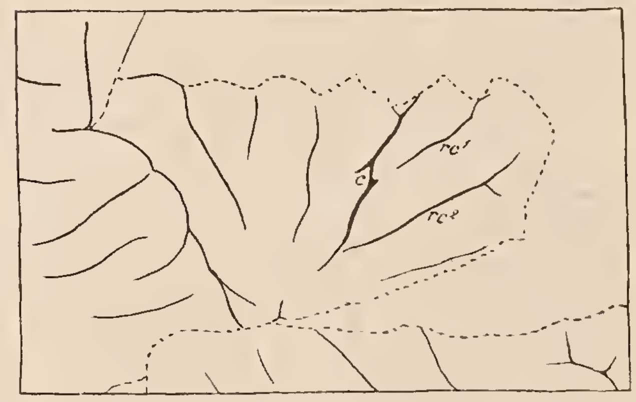
10.



11.



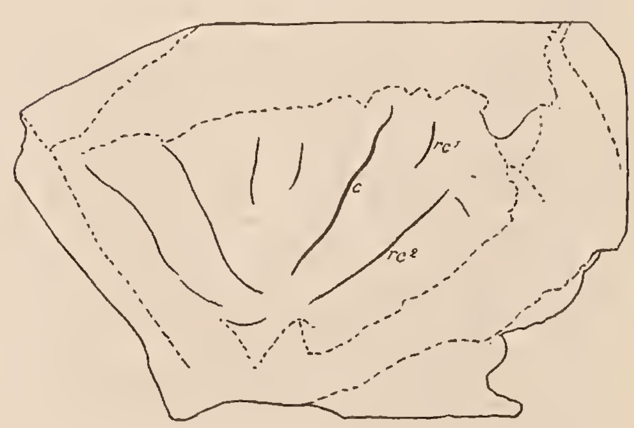
12.



13.



14.



15.



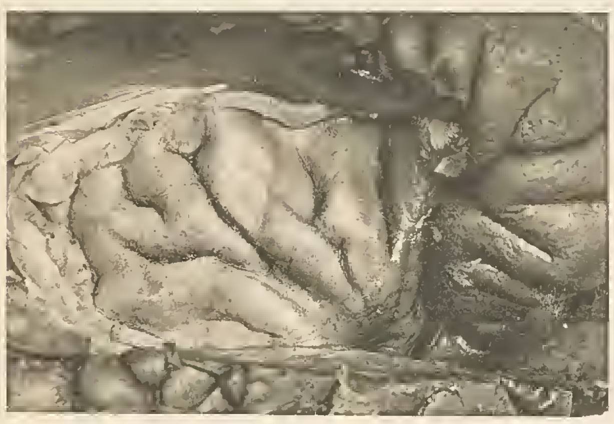
1.



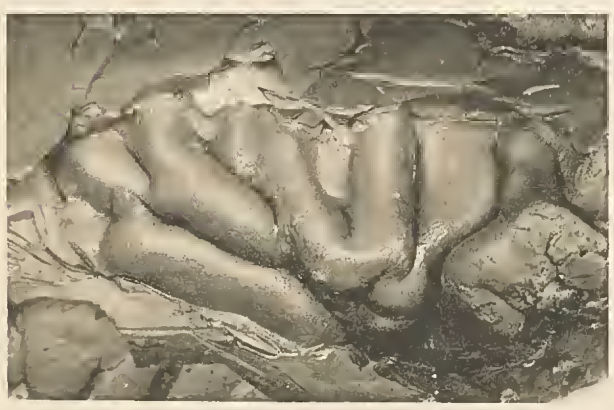
2.



3.



4.



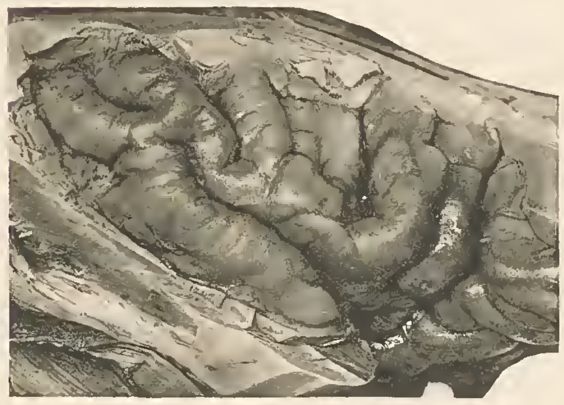
5.



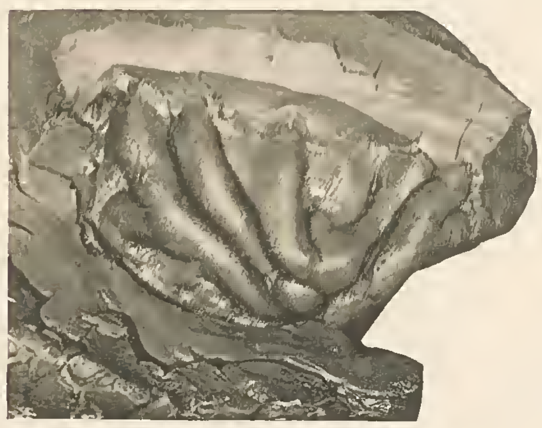
6.



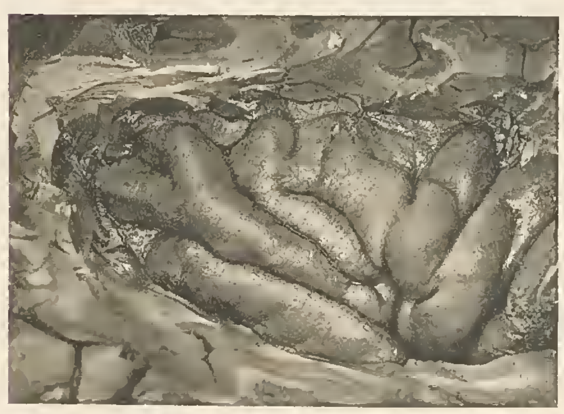
7.



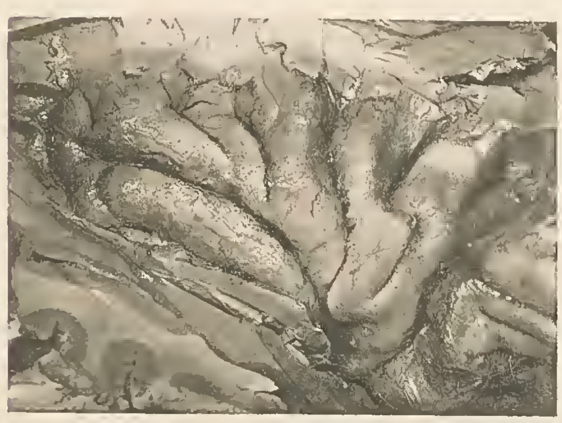
8.



9.



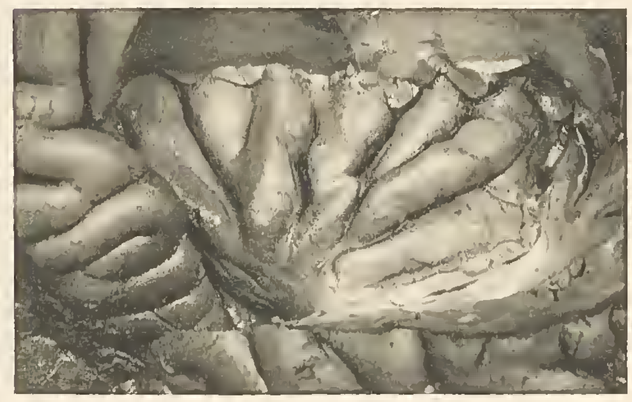
10.



11.



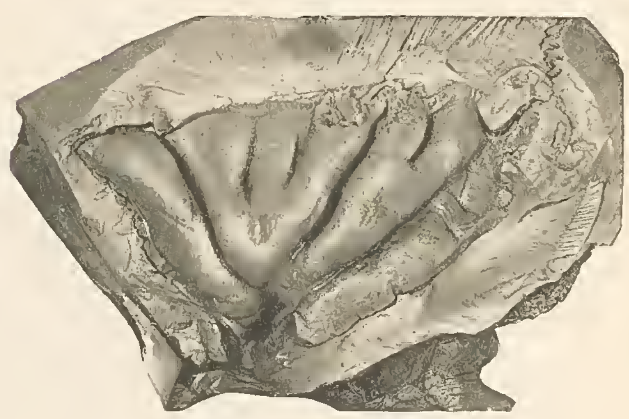
12.



13.



14.



15.



Fot. und Lichtdr. von Chr. Westphal, Stockholm.

Tafel VII.

Oberflächliche ventrale Nervenzellen im Lendenmark der Vögel.

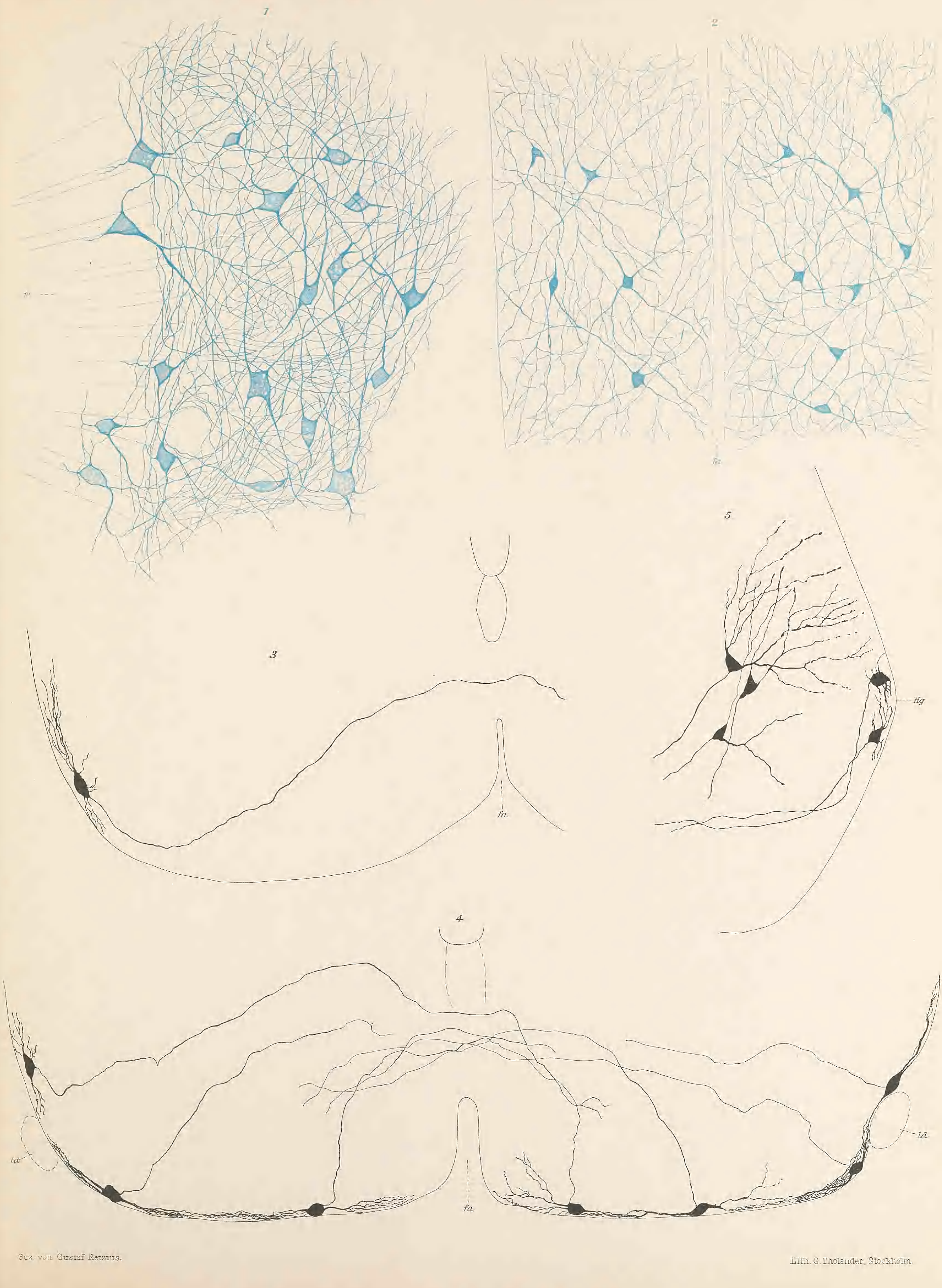
Fig. 1. Partie der ventralen Oberfläche des Lendenmarkes eines 1 Monat alten *Hühnchens* mit oberflächlichen Nervenzellen, deren Fortsätze in verschiedene Richtungen auslaufen und sich verzweigen, eine peripherische Schicht bildend; *m* eine motorische Wurzel. Vitale Methylenblaufärbung. Vér. Obj. 2 und Ocul. 3 (eingesch. Tub.).

Fig. 2. Partie der ganzen Breite der ventralen Oberfläche vom unteren Lendenmarke einer 1 Monat alten *Taube* mit peripher gelagerten Nervenzellen; *fa*, die vordere Fissur. Vitale Methylenblaufärbung. Vér. Obj. 2 und Ocul. 1 (ausg. Tub.).

Fig. 3. Partie eines Querschnitts der Dorso-Lumbalregion eines 10 Tage alten Hühnerembryos; *fa*, die vordere Fissur. Man sieht in der vorderen Lateralregion eine geschwärzte Zelle mit verästelten Dendriten ihren Axon der Quere nach durch die vordere Kommissur schicken. Golgifärbung. Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tub.).

Fig. 4. Partie von einem Querschnitt des Lendesmarkes eines 10 Tage alten Hühnerembryos; *fa*, die vordere Fissur, *ld*, ligamentum denticulatum. An der ventralen Oberfläche sieht man geschwärzte Nervenzellen, deren Dendriten sich reichlich verästeln und deren Axonen nach hinten und medialwärts verlaufen, um durch die vordere Kommissur hindurch nach der anderen Rückenmarkshälfte zu ziehen. Golgi'sche Färbung. Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tub.).

Fig. 5. Partie vom vorderen Seitentheil der einen Hälfte eines Querschnitts aus der Dorso-Lumbalregion vom Rückenmark eines 10 Tage alten Hühnerembryos. *Hg*, zwei geschwärzte Nervenzellen in einem Hofmann'schen Ganglion, deren Dendriten sich verästeln und deren Axone zuerst nach vorn und dann medialwärts nach der vorderen Kommissur hin verlaufen. Drei Nervenzellen im Vorderhorn sind ebenfalls gefärbt. Golgi'sche Färbung. Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tub.).



Gez. von Gustaf Retzius.

Lith. G. Tholander, Stockholm.

Tafel VIII.

Die Anordnung der Sinneszellen der Evertebraten,

(Nereis und *Glycera),* nach Versilberungs-Präparaten.

Fig. 1—5. Aus der Innenfläche des Schlundes von *Nereis diversicolor*. — *Fig. 1.* Partie der Schleimhautoberfläche dicht hinter den Hornzähnen mit isolirten Sinneszellenenden zwischen den Feldern des Epithelmosaiks. — *Fig. 2.* Partie der Oberfläche einer der rundlichen Erhabenheiten der Schleimhaut, hinter den Hornzähnen, mit isolirten Sinneszellenenden im Epithelmosaik. — *Fig. 3.* Partie der Oberfläche der Schleimhaut an einer der länglichen Erhabenheiten, die sich hinter den rundlichen befinden. Sehr sparsame Sinneszellenenden im Epithelmosaik. — *Fig. 4.* Partie der Oberfläche der hinter den länglichen befindlichen rundlichen Erhabenheiten der Schleimhaut, mit zahlreicheren, aber doch relativ sparsamen Sinneszellenden. — *Fig. 5.* Partie der Oberfläche des Darmes hinter dem Schlunde; eigenthümliche Gruppen runder Gebilde, die aber nicht als Sinneszellenenden anzusehen sind. — Vér. Obj. 7 und Ocul. 3 (eingezog. Tubus, mit der Ausnahme von Fig. 5, die bei ausgezog. Tubus gezeichnet ist).

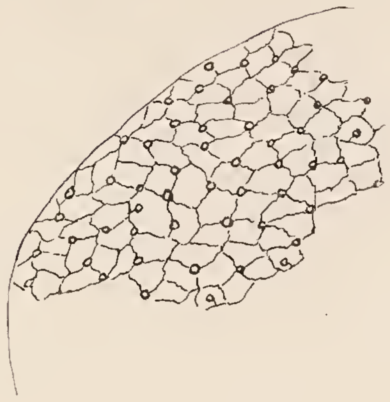
Fig. 6—11. Von *Glycera alba*. — *Fig 6.* Partie von der Oberfläche des Prostomium mit zahlreichen isolirten Sinneszellenenden. — *Fig. 7.* Partie der Oberfläche eines Parapodium. — *Fig. 8.* Partie der Oberfläche der Dorsalseite von einem der vorderen Körpersegmente (Fig. 7 und 8 mit recht zahlreichen isolirten Sinneszellenenden). — *Fig. 9.* Der Cirrhus eines Körpersegmentes mit gedrängten, aber doch »isolirten» Sinneszellenenden. — *Fig. 10.* Partie der Oberfläche der Proboscis mit stark in die Länge gezogenen Epithelzellenfeldern; *p, p,* die frei hinausragenden Papillen, welche die Sinneszellenorgane enthalten, deren Enden an den Papillenenden sichtbar sind. — *Fig. 11.* Eine der rundlichen Erhabenheiten der Schleimhaut des Schlundes, hinter den Hornzähnen. — Die Fig. 6—10 sind bei Vér. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus), die Fig. 11 bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 12. Von *Goniada*. Partie der ausgestülpten Proboscis mit dem Epithelmosaik *(c)* und den in ihm regelmässig angeordneten Papillen; nach vorn (oben) davon sieht man eine schmale Zone *(b)* mit isolirten Sinneszellenenden und nach vorn oben) von ihr vier rundliche Erhabenheiten *(a)* mit je einer schiefen Reihe von Papillen. Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

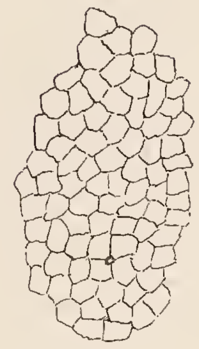
1.



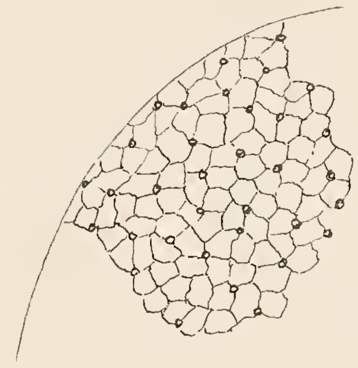
2.



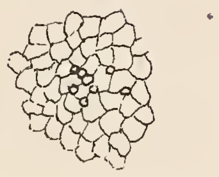
3.



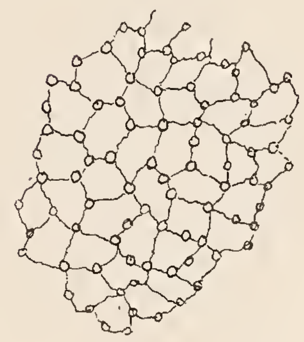
4.



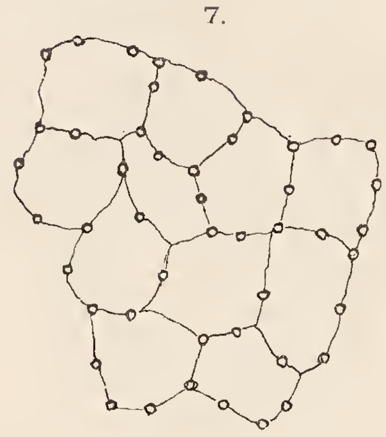
5.



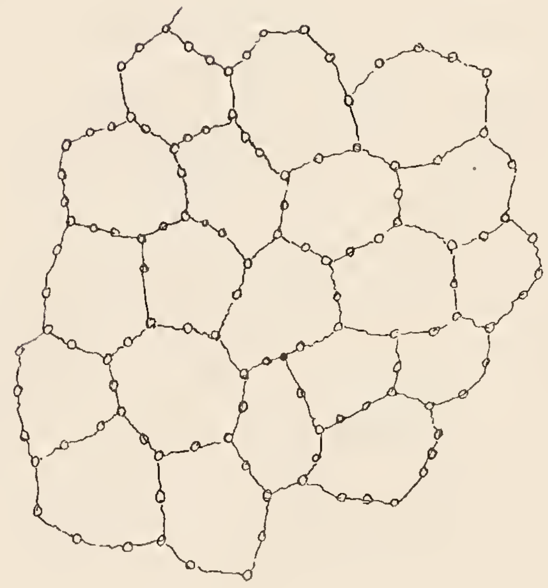
6.



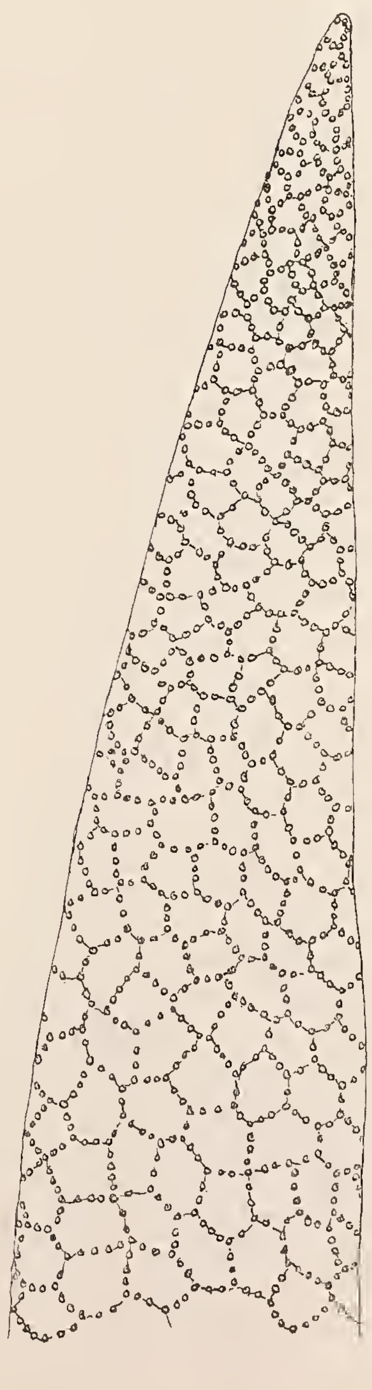
7.



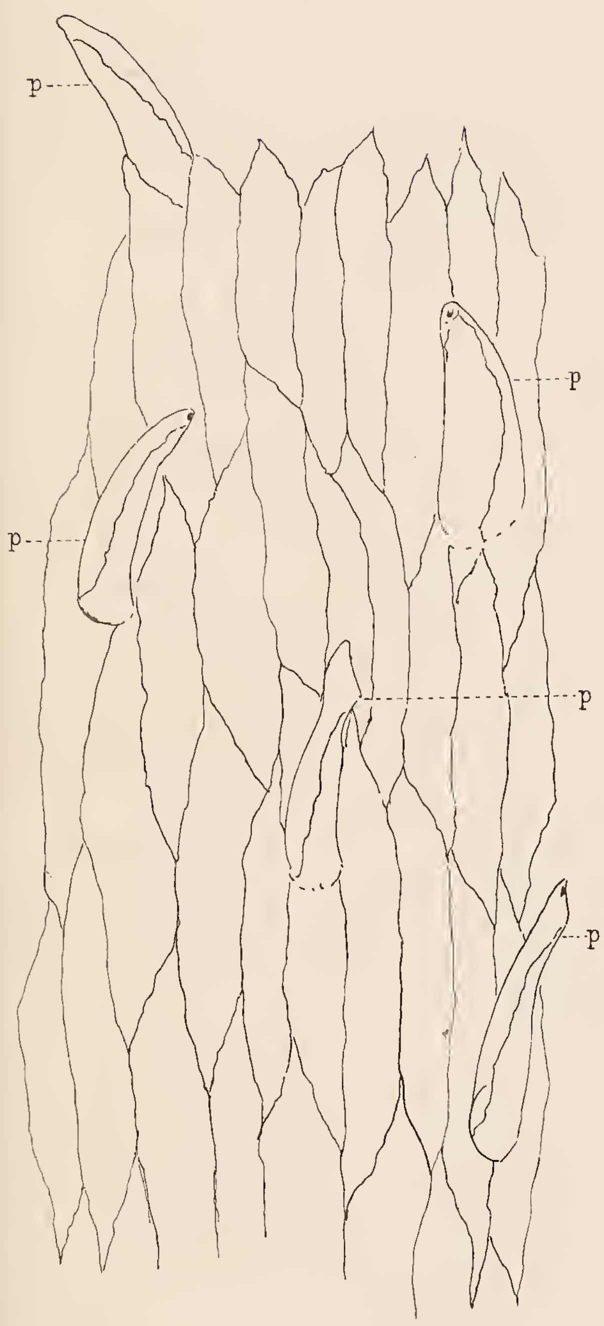
8.



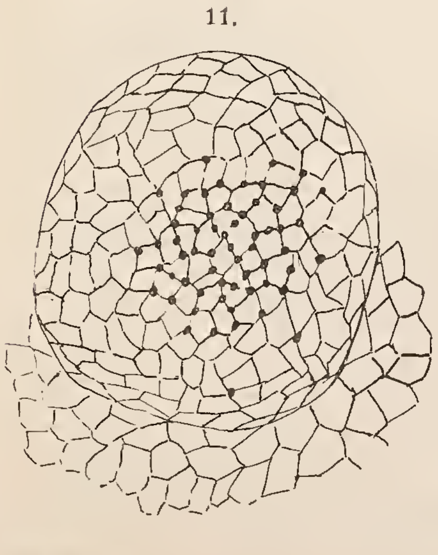
9.



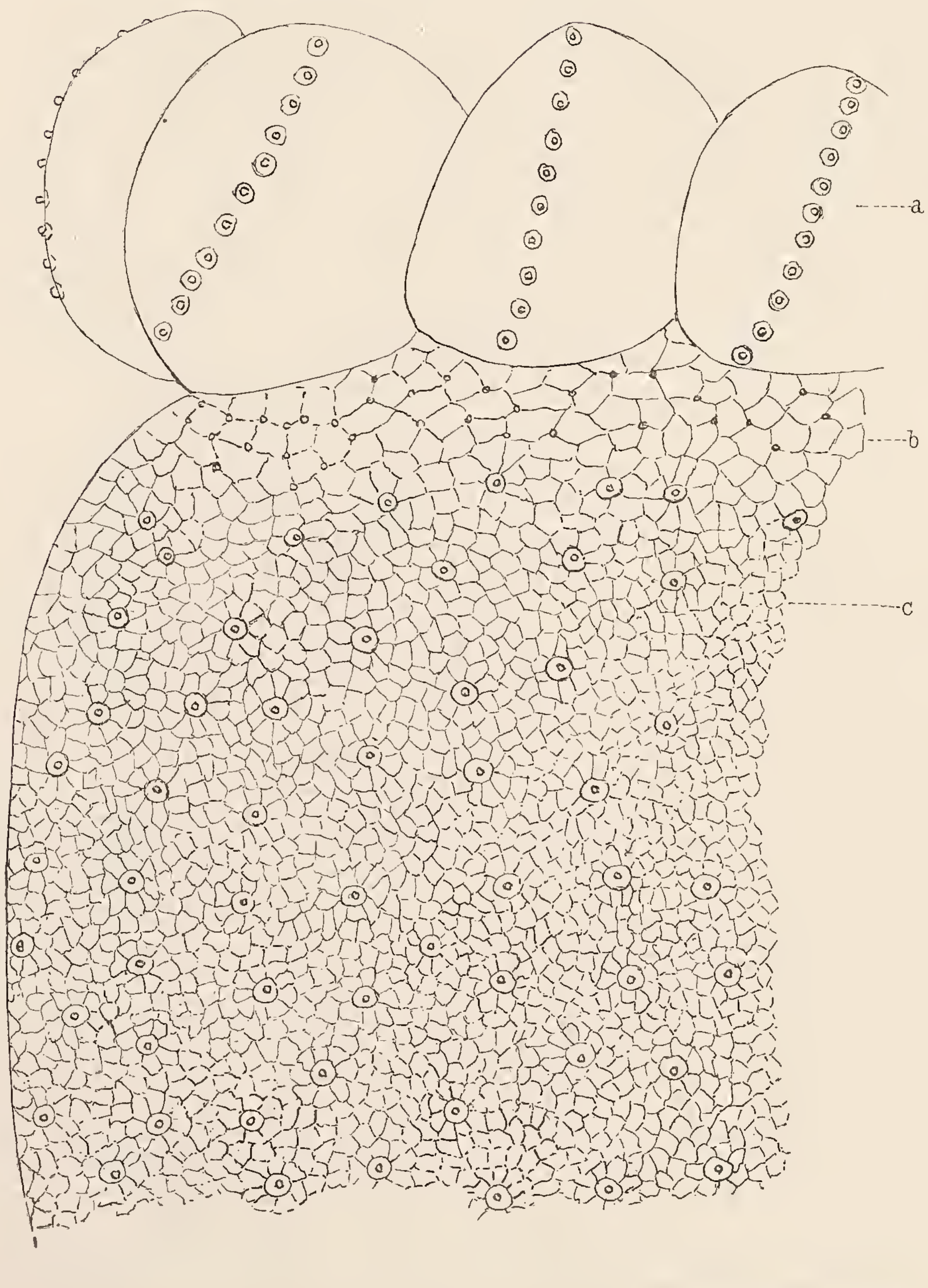
10.



11.



12.



Gez. von Gustaf Retzius.
Fotot. von Justus Cederquist, Stockholm.

Tafel IX.

Die Sinnespapillen der Glyceriden.

Fig. 1 und 2. Von *Goniada*. — *Fig. 1.* Fünf Papillen der Proboscis, mit Sinneszellen. — *Fig. 2.* Zwei Papillen der Proboscis, mit Sinneszellen. Vér. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

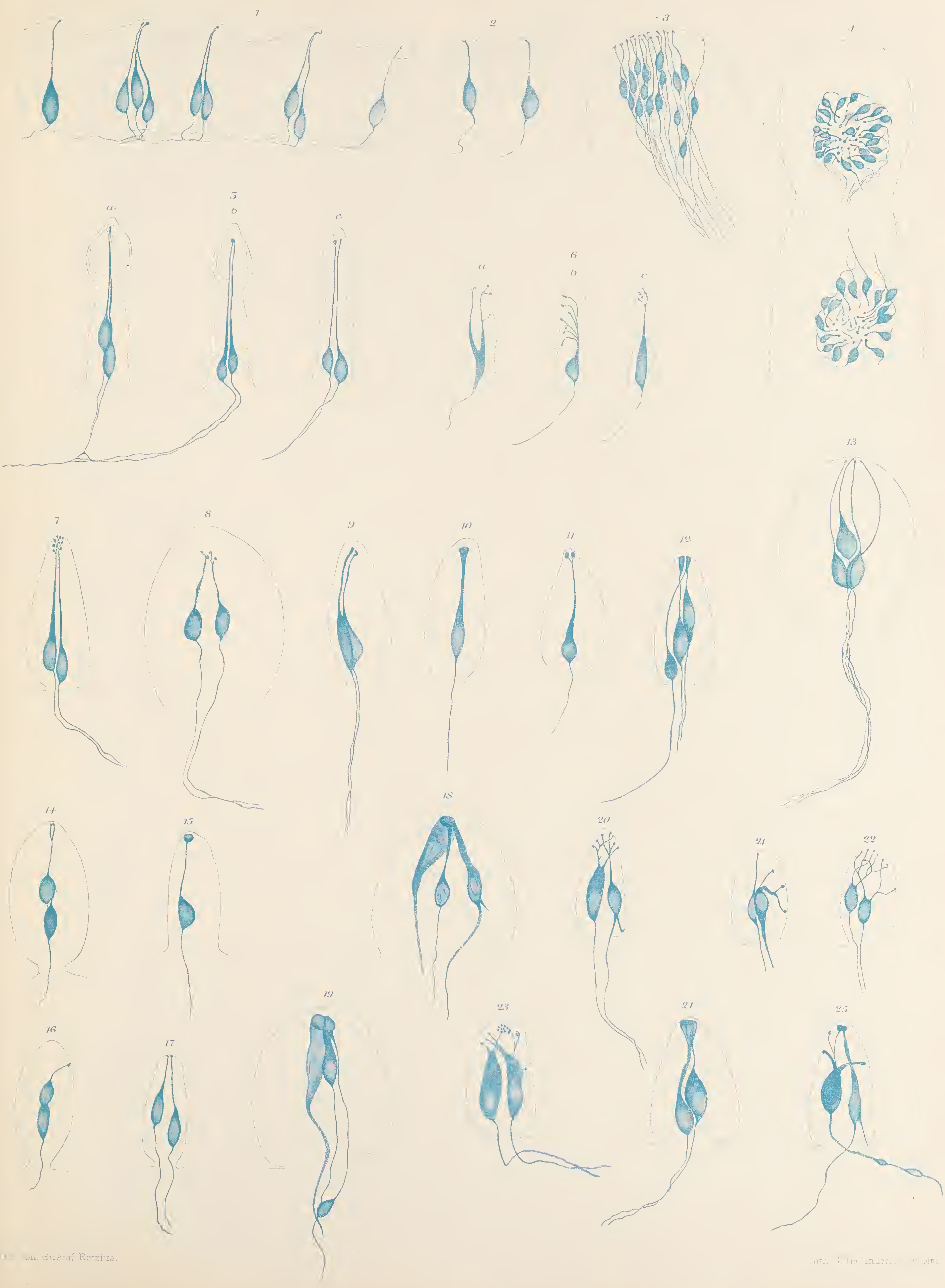
Fig. 3 und 4. Von *Glycera alba*. — *Fig. 3.* Eine der rundlichen Erhabenheiten des Schlundes von der Seite gesehen, weshalb die gefärbten Sinneszellen der Länge nach hervortreten. — *Fig. 4.* Zwei ebensolche Erhabenheiten mit ihren Sinneszellen, von der Oberfläche her betrachtet. Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 5. Von *Glycera alba*. Drei Papillen *(a, b, c)* der Proboscis mit ihren Sinneszellen, von der Seite her betrachtet Vér. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Von *Glycera alba*. Drei kleine Papillen *(a, b, c)* der vordersten Gruppe der ausgestülpten Proboscis, mit ihren Sinneszellen, deren distale Enden verästelt sind. Vergröss. wie in Fig. 5.

Fig. 7—25. Von *Glycrra Goesii*. Papillen der Proboscis mit ihren Sinneszellen in verschiedenen Variationen. In Fig. 18 und 19 sind auch sog. Stützzellen der Papillen wiedergegeben. In Fig. 20—23 und 25 sind die distalen Enden der Zellen mehr oder weniger verästelt. Vér. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Alle Figuren der Tafel sind nach Präparaten gezeichnet, die mittelst der vitalen Methylenblaumethode gefärbt worden sind.



Tafel X.

Die Anordnung der Sinneszellen der Evertebraten. Das Endothel der Körperhöhle der Polychäten,

durch Versilberung dargestellt.

Fig. 1—5. Die Anordnung der Sinneszellen bei *Nephthys*. — *Fig. 1.* Einige Tentakel vom Rande des ausstülpbaren Schlundes, in denen die äusseren Enden der Sinneszellen gefärbt sind. — *Fig. 2.* Partie der Oberfläche eines Körpersegmentes mit dem Epithelmosaik und den zwischen den Epithelzellen angeordneten äusseren Enden der Sinneszellen. — *Fig. 3.* Partie der oberen Fläche des Kopfsegmentes mit Epithelmosaik und Sinneszellenenden. — *Fig. 4.* Partie der Oberfläche eines Parapodium mit Epithelmosaik und Sinneszellenenden. — *Fig. 5.* Partie der Innenfläche des ausstülpbaren Schlundes mit Epithelmosaik und gruppenweise angeordneten Sinneszellen. — Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 6 und 7. Epithelmosaik und Sinneszellenenden der Körperoberfläche einer *Turbellarie*. — *Fig. 6.* Aus der Nähe des vorderen Körperendes. — *Fig. 7.* Aus der Mitte der dorsalen Körperoberfläche; hier sind auch zwischen den Epithelzellen grössere runde Ringe gefärbt, die offenbar den äusseren Enden der schleimabsondernden Zellen entsprechen. Vér. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Partie der Oberfläche aus der Nähe des vorderen Körperendes einer *Nemertine*, mit Epithelmosaik, Sinneszellenenden und Enden der schleimabsondernden Zellen. Vér. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgez. Tubus).

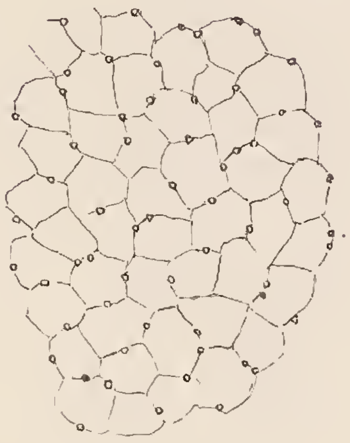
Fig. 9 und 10. Sinneszellen in dem Epithel der Körperoberfläche der *Actinien*. — *Fig. 9.* Partie der Körperoberfläche mit Epithelmosaik und Sinneszellenenden. — *Fig. 10.* Vertikaler Durchschnitt des Körperepithels mit gefärbten Sinneszellen und gewöhnlichen Epithelzellen. Golgi'sche Färbung. Vér. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 11—14. Das Endothelmosaik der Körperhöhle von *Glycera alba*. — *Fig. 11.* Aus der Nähe des hinteren Körperendes, durch dessen Cuticula und äusseres Epithel das Endothelmosaik sichtbar war (ventrale Fläche). — *Fig. 12.* Endothel eines Parapodium. — *Fig. 13.* Das Endothel der äusseren Oberfläche einiger Ausbuchtungen des Darmes. — *Fig. 14.* Zwei Felder des Mosaiks des letzteren Endothels stärker vergrössert. — Fig: 11, 12 und 14 gez. bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus), Fig. 13 bei Vér. Obj. 2 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

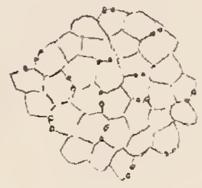
1.



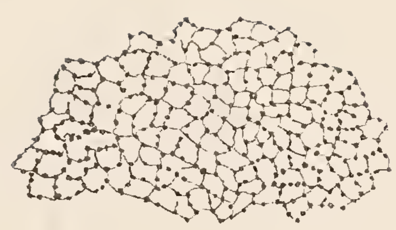
2.



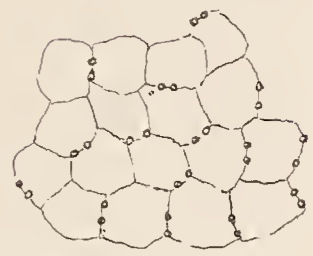
3.



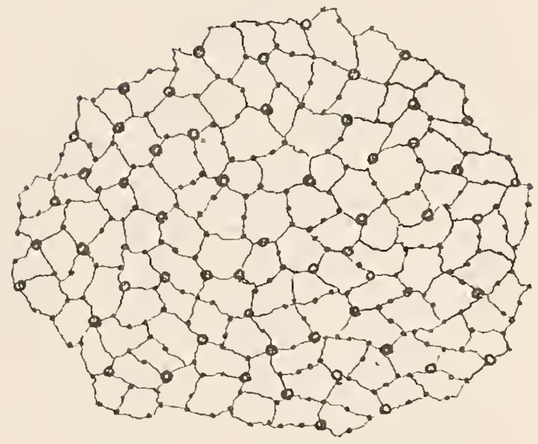
6.



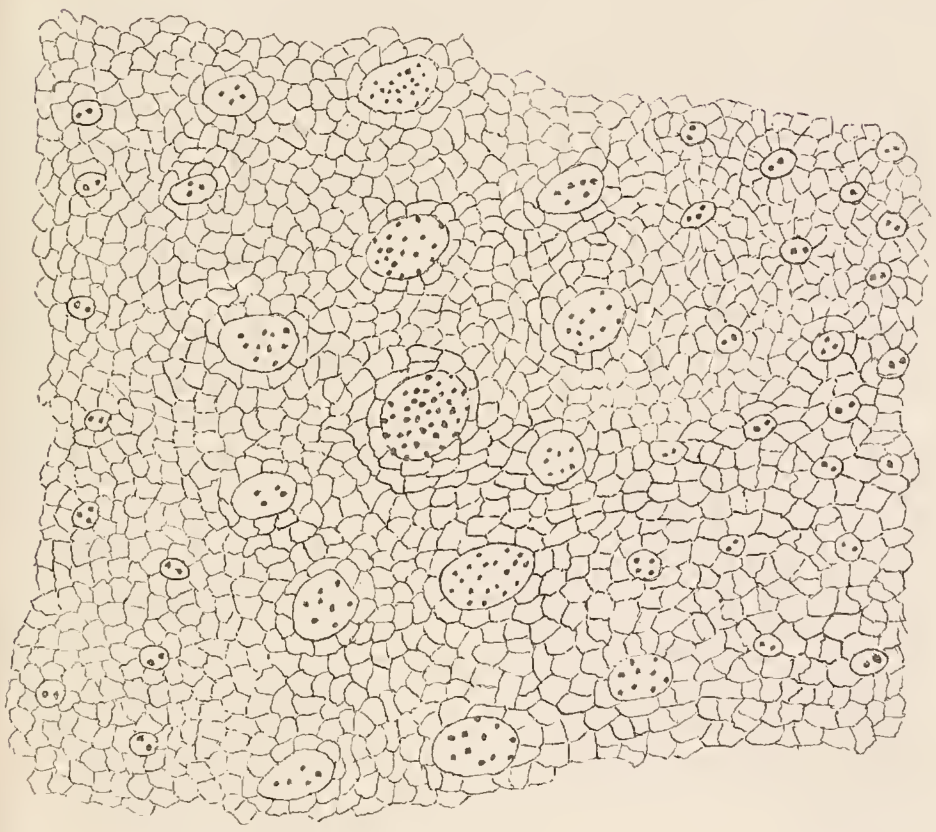
4.



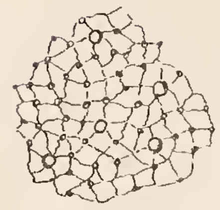
7.



5.



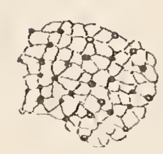
8.



10.



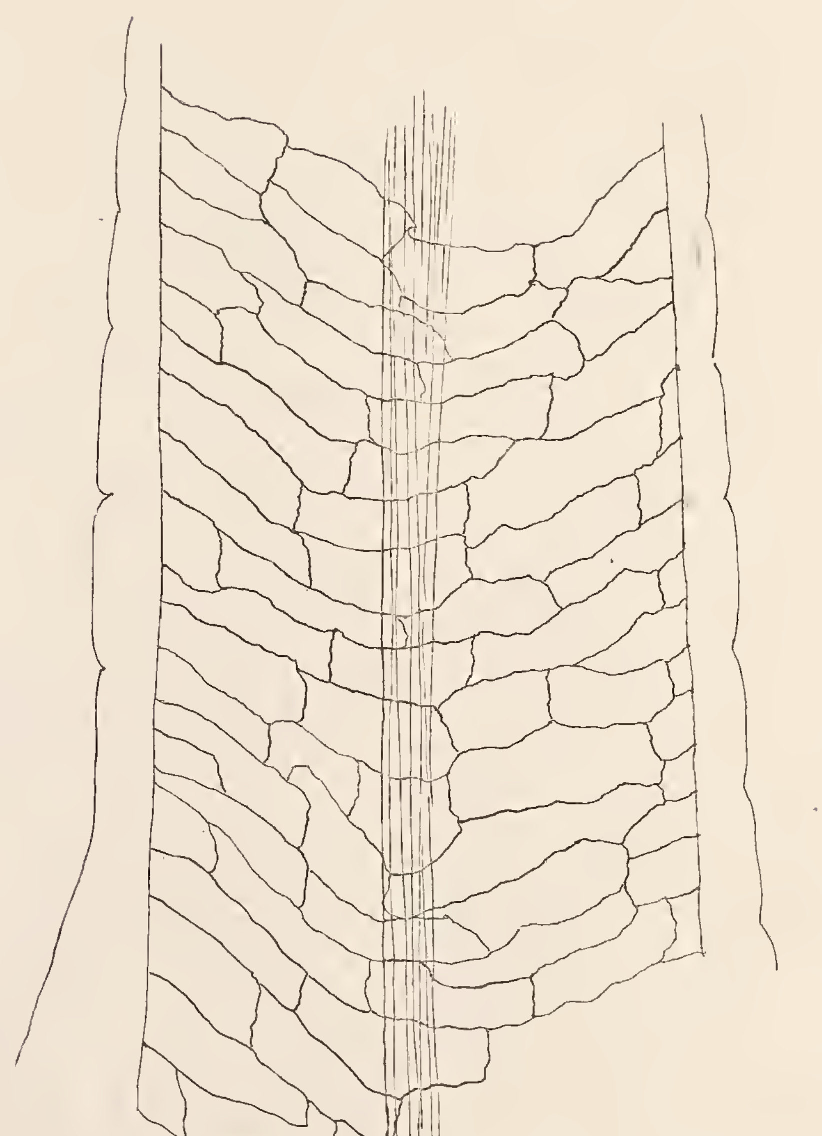
9.



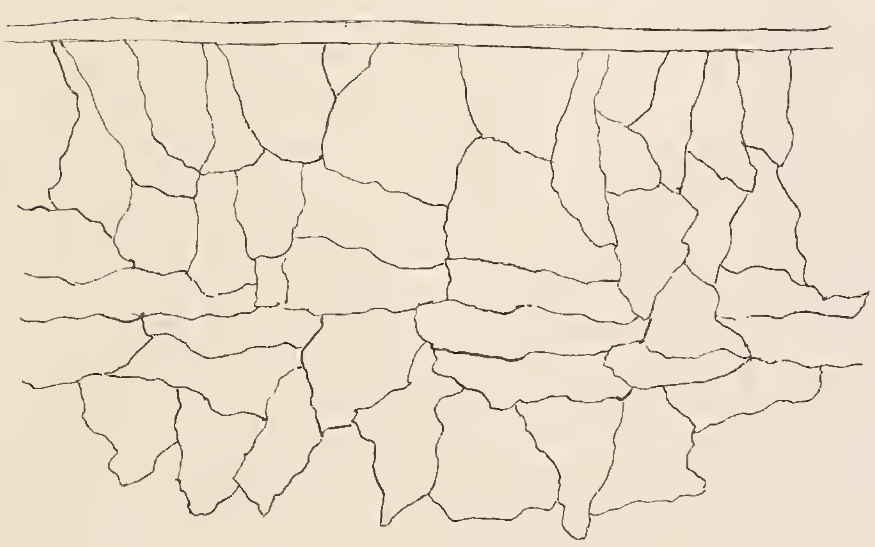
14.



12.



11.



13.



Gez. von Gustaf Retzius.

Fotot. von Justus Cederquist, Stockholm.

Tafel XI.

Zur Anordnung der Sinneszellen bei Evertebraten. Das Gehörorgan von Pterotrachea.

Fig. 1. Sinneszellen von *Nephthys.* Zwei Papillen vom Rande eines ausgestülpten Schlundes mit den isolirt gelagerten Sinneszellen. Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus),

Fig. 2. Einige der papillären Erhabenheiten der Schleimhaut des Schlundes von *Nereis diversicolor,* von der Oberfläche her gesehen. Zahlreiche gefärbte Sinneszellen treten in dem durchsichtigen Gewebe hervor. Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 3. Eine durchsichtige papilläre Erhabenheit aus dem Schlunde der *Glycera Goesii,* dicht hinter den Hornzähnen, von der Seite her gesehen. Vier Sinneszellen und einige verästelte, frei endigende Nervenfasern, die ihre peripherischen Enden nach der Oberfläche hin senden. Vér. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4 und 5. Das sog. Gehörorgan von *Pterotrachea mutica.* — *Fig. 4.* Das Organ in seiner natürlichen Gestalt, schief von unten gesehen. Man erkennt den Ring von gefärbten Sinneszellen, deren centraler Fortsatz als dünne, unverästelte Faser unter der dünnen Membran der Oberfläche des Organs zu verfolgen ist; oben sieht man den diese Fortsätze enthaltenden Nervenast: im Inneren des Organs erkennt man die Grenzkontur des sphärisch gestalteten Otolithen. — *Fig. 5.* Ein gleiches Organ ausgezogen und gestreckt, wodurch man die centralen Zellenfortsätze in ihrem ganzen Verlaufe von den Zellen bis in den centralen Nervenast verfolgen kann. Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Alle Fig. der Tafel sind nach Präparaten gezeichnet, die nach der vitalen Methylenblaumethode gefärbt worden sind.



Lith. G. Tholander, Stockholm

Tafel XII.

Zur Kenntniss des Baues der Appendicularien.

Fig. 1. Der Körper einer Appendicularie (aus dem Mittelmeere) mit dem durch Versilberung dargestellten Epithelmosaik der äusseren Oberfläche. Vér. Obj. 2 und Ocul. 3 (eingesch. Tubus).

Fig. 2. Der hintere Theil (Geschlechtstheil) des Körpers mit dem vorderen Theil des Schwanzes einer Appendicularie (Oikopleura aus dem Kattegat) mit dem durch Versilberung dargestellten Epithelmosaik. Durch die grossen Zellenfelder der Mittelpartie des Schwanzes hindurch erkennt man, in der Mitte, die Grenzen der Chorda und seitlich die Grenzen der Muskelplatte mit den bekannten queren Zackenlinien der letzteren. Vér. Obj. 2 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

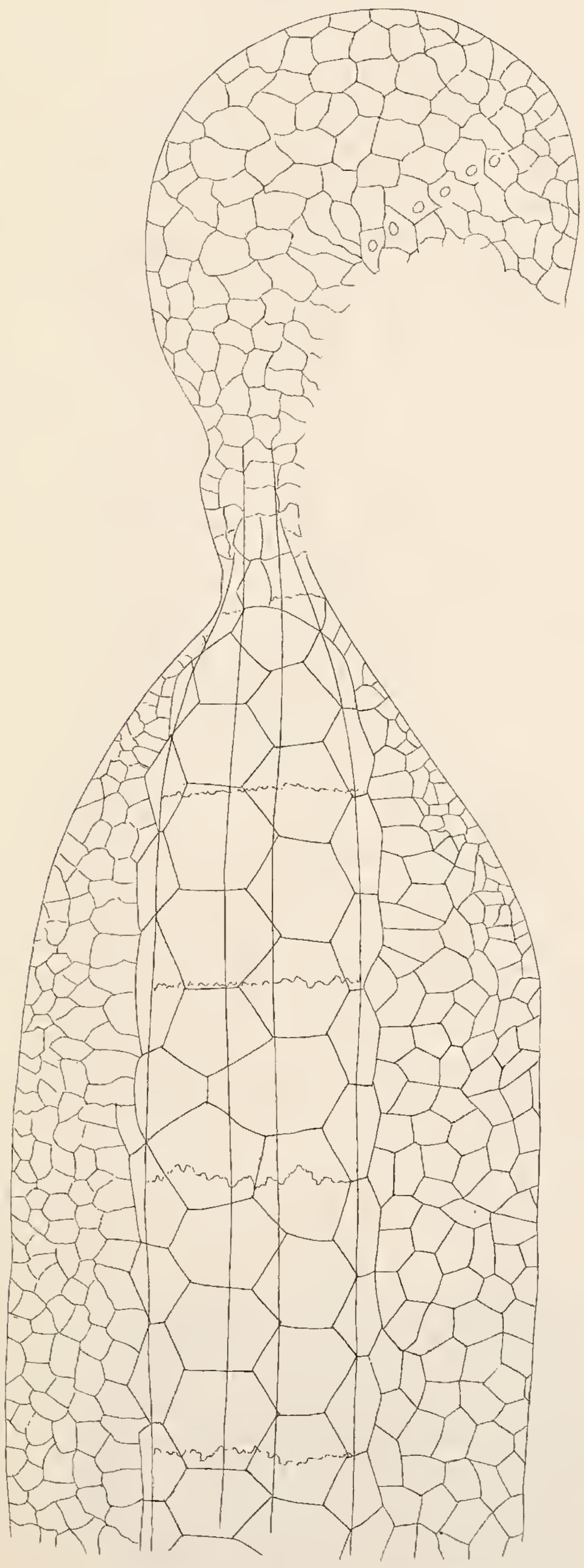
Fig. 3. Das Ende des Schwanzes einer Appendicularie (Oikopleura) mit dem durch Versilberung dargestellten Epithelmosaik. Vér. Obj. 2 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 4. Partie des Schwanzes einer Oikopleura. Man sieht den durch vitale Methylenblaufärbung gefärbten Nervenstrang mit drei kleinen Ganglien, von deren Zellen Fortsätze quer zu der Muskelplatte ausgehen, an welcher sie dichotomisch und knotenförmig endigen. Vér. Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

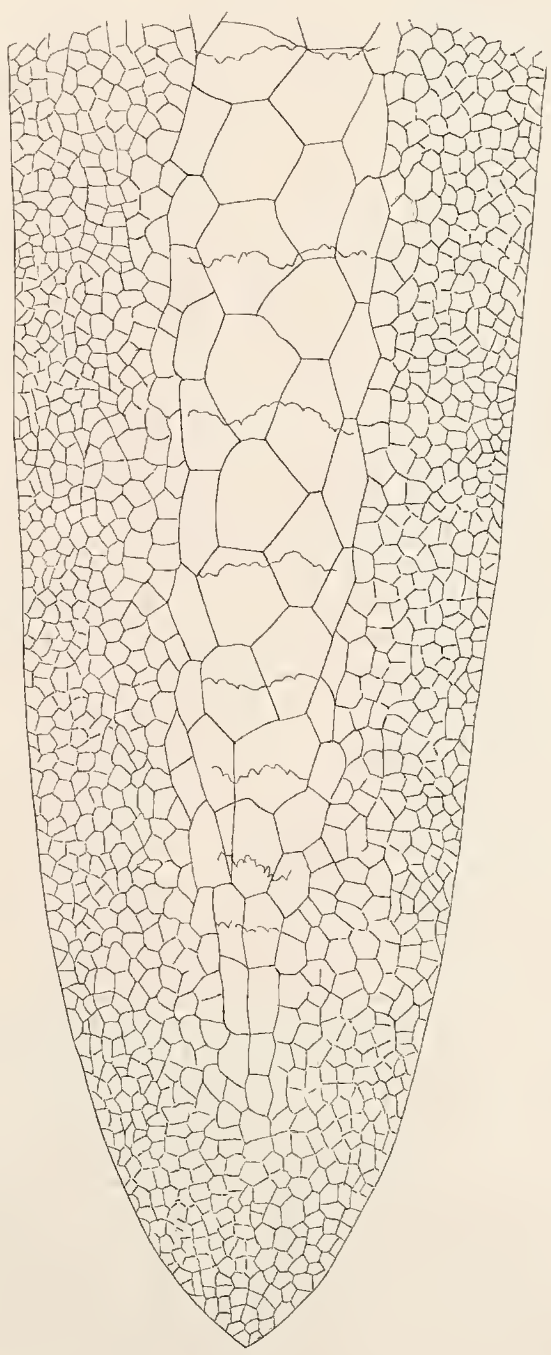
1



2



3



4



Gez. von Gustaf Retzius. Lith. G. Tholander, Stockholm.

Tafel XIII.

Riesenzellen des Knochenmarkes.

Fig. 1—9 stellen Riesenzellen des Knochenmarkes eines langen Extremitätenknochens einer jungen *Katze* dar. In *Fig. 1* und *4* sieht man in der Mitte eine Partie der Sphäre mit einigen Centralkörperchen und nach aussen von ihr Partieen des Kerns; sowohl nach innen wie nach aussen vom Kern erkennt man im Protoplasma helle gewundene Gänge und Höhlen, welche einem intrazellulären Kanalsystem angehören. — *Fig. 2, 3, 5—8* stellen Riesenzellen mit ähnlichen Gängen in veschiedenen Variationen dar; in Fig. 3 und 6 ist nur je eine Partie der Zelle wiedergegeben. In Fig. 5 und 6 ist eine dünne Aussenschicht sichtbar. — *Fig. 9* zeigt eine Riesenzelle von der Seite her, der jungen Knochensubstanz anliegend.

Härtung in Carnoy'schem Gemisch, Färbung nach M. Heidenhain (Eisenalaun-Hämatoxylin), Erythrosin und Toluidin Zeiss' Apochrom. 2,0 Mm, Apert. 1,30, Tubusl. 160 Mm, Comp. Ocul. 12.

1.



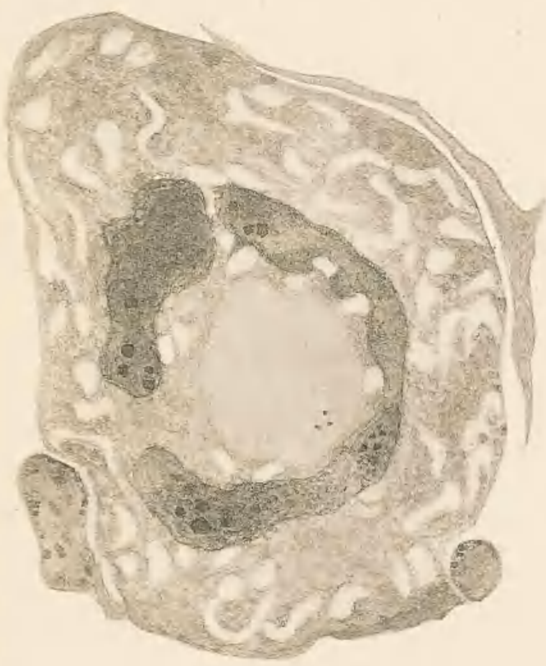
2.



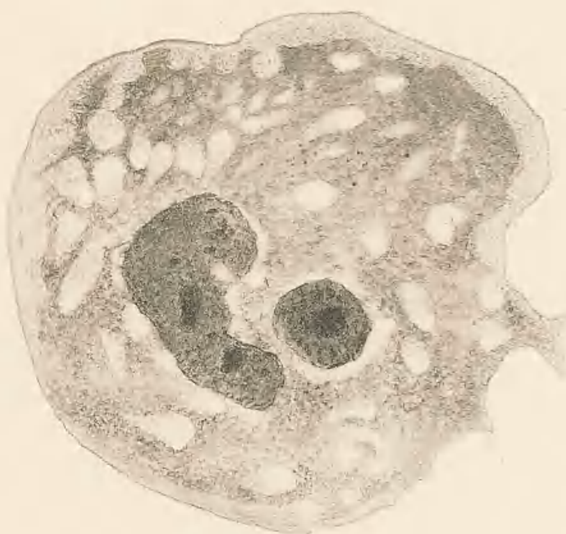
3.



4.



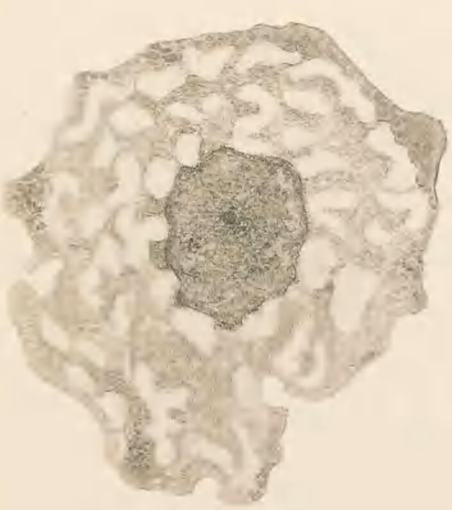
5.



6.



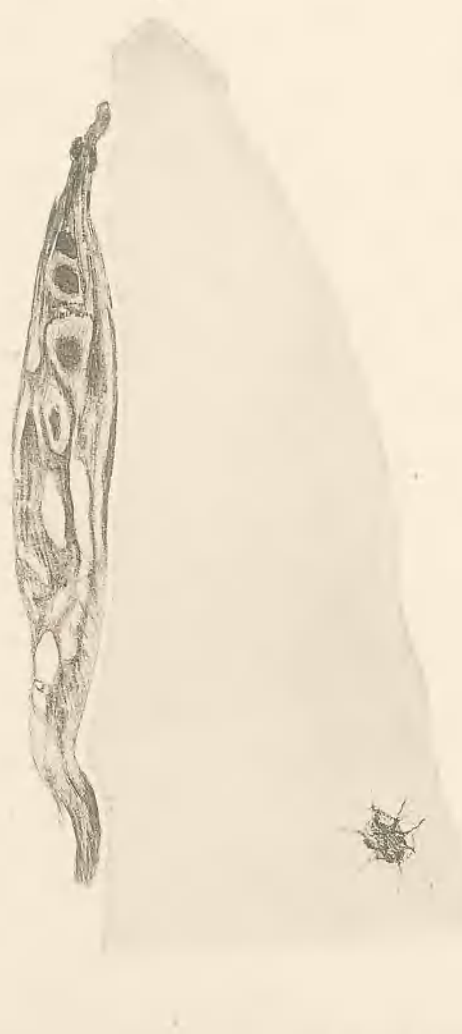
7.



8.



9.



Gez. von Gustaf Wennman.

Lichtdr. v. Chr. Westphal, Stockholm.

Tafel XIV.

Riesenzellen, Markzellen und Stützsubstanz des Knochenmarkes.

Fig. 1. Partie von einem Querschnitt eines langen Etremitätenknochens vom jungen *Kaninchen* mit osteogener Substanz und ihr anliegenden Osteoblasten; *bb* Querschnitte von Blutgefässen (theils mit, theils ohne Blutkörperchen) und mit zwischen ihnen befindlichen, den Markraum durchspinnenden, reichlich verästelten bindegewebigen Stützzellen. Flemm. Lös. Erythrosin. Zeiss' Apochrom. 2,0 Mm, Apert. 1,30 und Compens. Ocul. 12, 160 Mm. Tubuslänge.

Fig. 2. Partie eines Längsschnittes eines langen Extremitätenknochens vom neugeborenen *Kinde; bb* leere Blutgefässöffnungen; im Markraum zwischen ihnen sieht man reichlich verästelte bindegewebige Stützzellen, Riesenzellen und kleinere Markzellen, die beiden letzteren mit Holmgren'schen Kanälchen. Flemm. Lös., Erythrosin. Zeiss' Apochrom. 2,0 Mm, Apert. 1,30 und Compens. Ocnl. 12, 160 Mm. Tubuslänge.

Fig. 3. Eine Riesenzelle aus dem Marke eines langen Extremitätenknochens vom neugeborenen *Kinde,* mit Holmgren'schen Kanälchen. Beh. und Vergröss. wie in Fig. 2.

Fig. 4. Drei Osteoblasten aus demselben Marke wie in Fig. 3. Dies. Beh. und Vergröss. wie in Fig. 2. Die Holmgren'schen Kanälchen sind in diesen Zellen deutlich ausgeprägt.

Fig. 5—7. Partien vom Marke der langen Extremitätenknochen (Fig. 5 und 6 vom Femur, Fig. 7 vom Humerus) des zweimonatlichen *Kaninchens,* nach Golgi'scher Behandlung; *bb* Blutgefässe mit den sich um und zwischen dieselben verzweigenden bindegewebigen Stüzzellen. Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

1



2



3



4



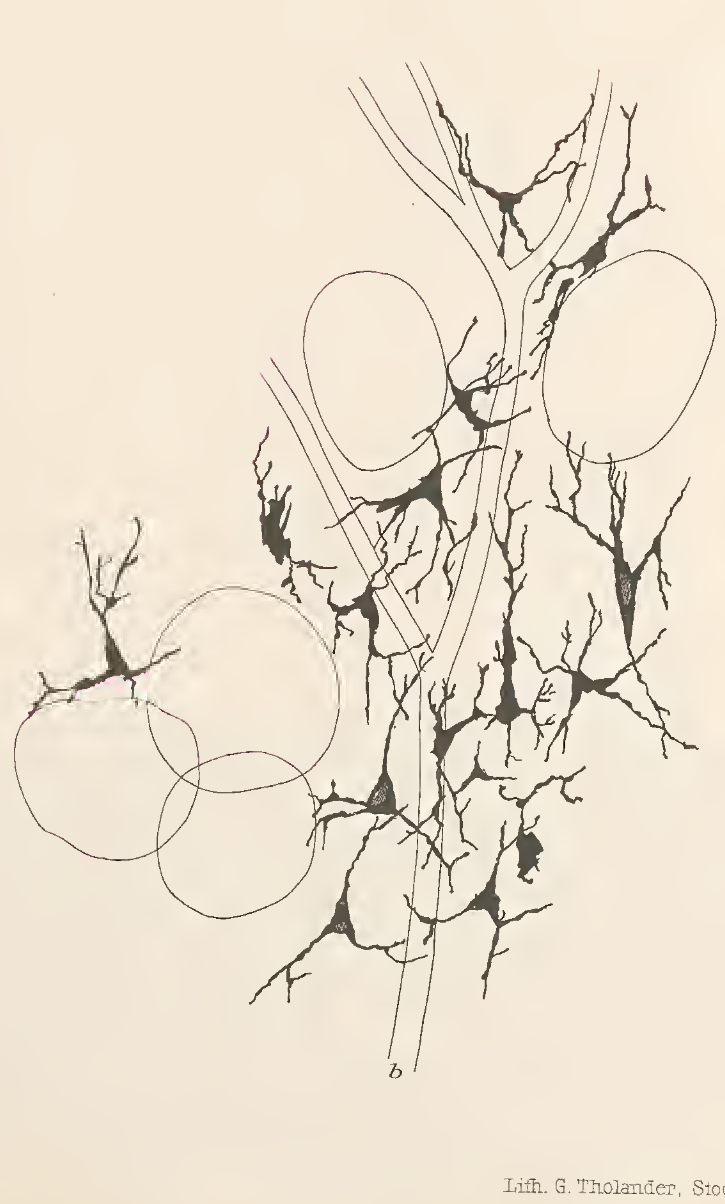
5



6



7



Gez. von Gustaf Retzius.

Lith. G. Tholander, Stockholm.

Tafel XV.

Spermien vom Menschen.

Fig. 1 und 2. Eine typische Spermie in gestreckter Lage, Fig. 1 mit dem Kopfe von der Fläche und Fig. 2 mit dem Kopfe von der Kante gesehen; an beiden sieht man die Kopfkappe, das Halsstück mit den Centralkörperchen dicht am Kopfe gelagert, das Verbindungsstück, das Hauptstück und das Endstück des Schwanzes; Fig. 1 zeigt im Vorderstück des Kopfes ein dunkles Pünktchen.

Fig. 3—27 zeigen den vorderen Theil von Spermien in verschiedenen Variationen, mit oder ohne Kopfkappe hervortretend und mit verschiedener Lage der Centralkörperchen. Die *Fig. 20—24* zeigen die Cytoplasmahülle in wechselnder Ausbildung. *Fig. 25—27* stellen Riesenspermien dar.

Fig. 28—31 zeigen Spermienköpfe von der Kante, die drei letzteren mit je einem Pünktchen im Inneren.

Fig. 32—34 bieten Anhänge, z. Th. mit färbbaren Körnchen, am Verbindungsstück und am Kopfe dar. In *Fig. 32* sieht man im Kopfe einen grossen glänzenden Körper.

Fig. 35 zeigt im Kopfe vier helle Körper.

Fig. 36—39 stellen Zwergspermien dar.

Fig. 40—42 geben Spermien wieder, in welchen die Hülle des Verbindungsstückes mehr oder weniger abgelöst und der Achsenfaden entblösst ist. Fig. 40 zeigt im Kopfe vier glänzende Körner.

Fig. 43 zeigt im Kopfe zwei grössere eingeschlossene Körper.

Fig. 44—46 stellen Spermien dar, in welchen der Kopf dem Verbindungsstück seitlich ansitzt.

Fig. 47—55 zeigen einige atypische Kopfformen; Fig. 50 giebt eine excessive Zwergspermie wieder,

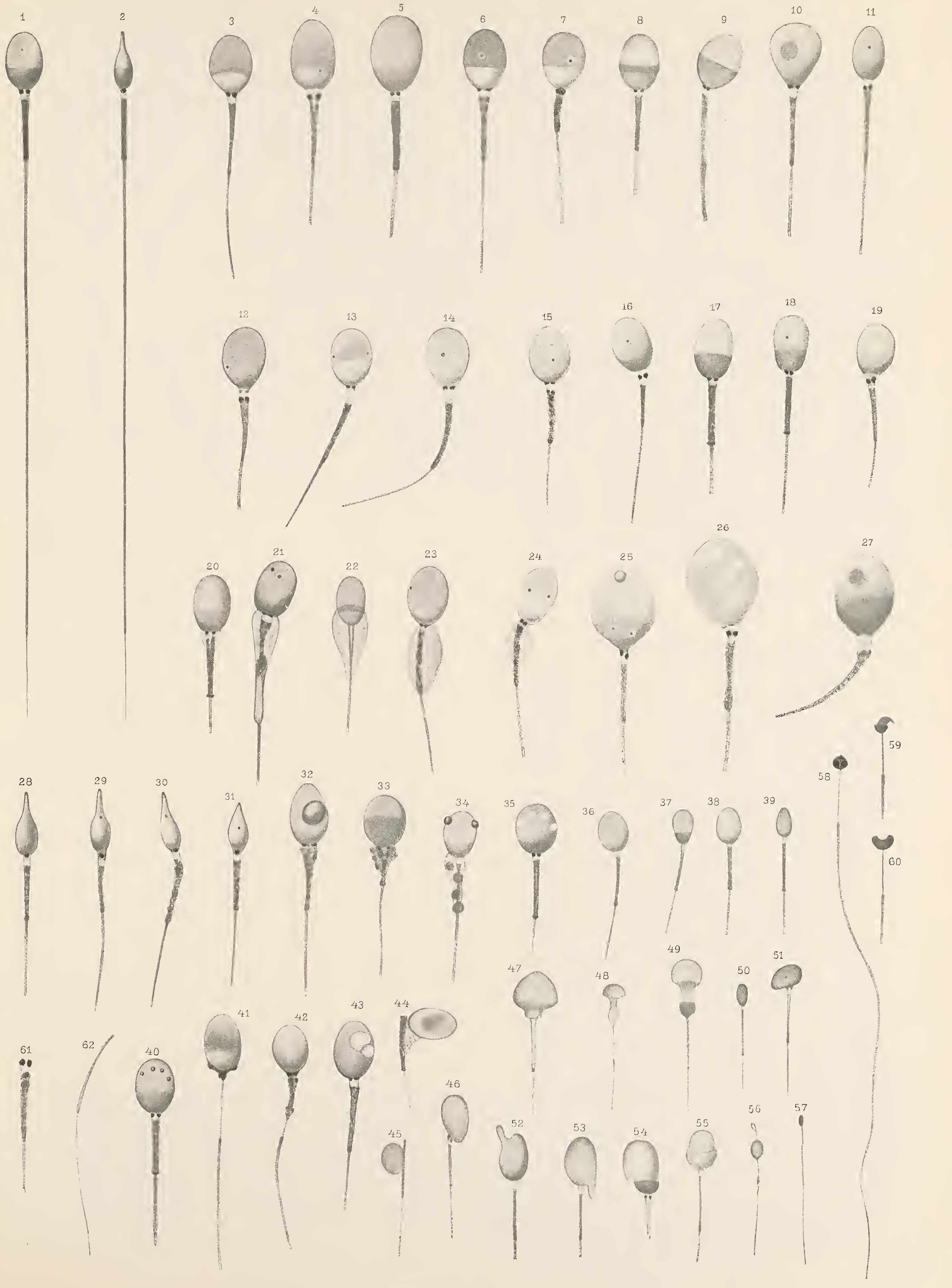
Fig. 56—60 stellen Spermien dar, deren Köpfe bis auf unbedeutende Reste reducirt sind.

Fig. 61. Eine kopflose Spermie mit den zwei Centralkörperchen am Vorderende des Verbindungsstückes.

Fig. 62. Das Hinterende eines Hauptstückes mit auffallend langem Endstück.

Die abgebildeten Spermien gehörten Strichpräparaten an, die entweder mit Carnoy'schem oder Zenker'schem Gemische, und dann mit Eisenalaun-Hämatoxylin behandelt waren; einige (Fig. 17, 18, 35, 40) entstammen Trockenpräparaten, die mit Rosanilin und Acetas kalicus behandelt worden sind.

Die Figuren sind bei Zeiss' Apochrom. 2,0 Mm, Apert. 1,30, Tubusl. 160 Mm, Comp. Ocul. 12 gezeichnet, dabei aber noch 3 Mal (linear) vergrössert.



Gez. von Gustaf Wennman.

Autotypie von Justus Cederquist, Stockholm.

Tafel XVI.

Spermien des Menschen. Doppelschwänze und Doppelköpfe.

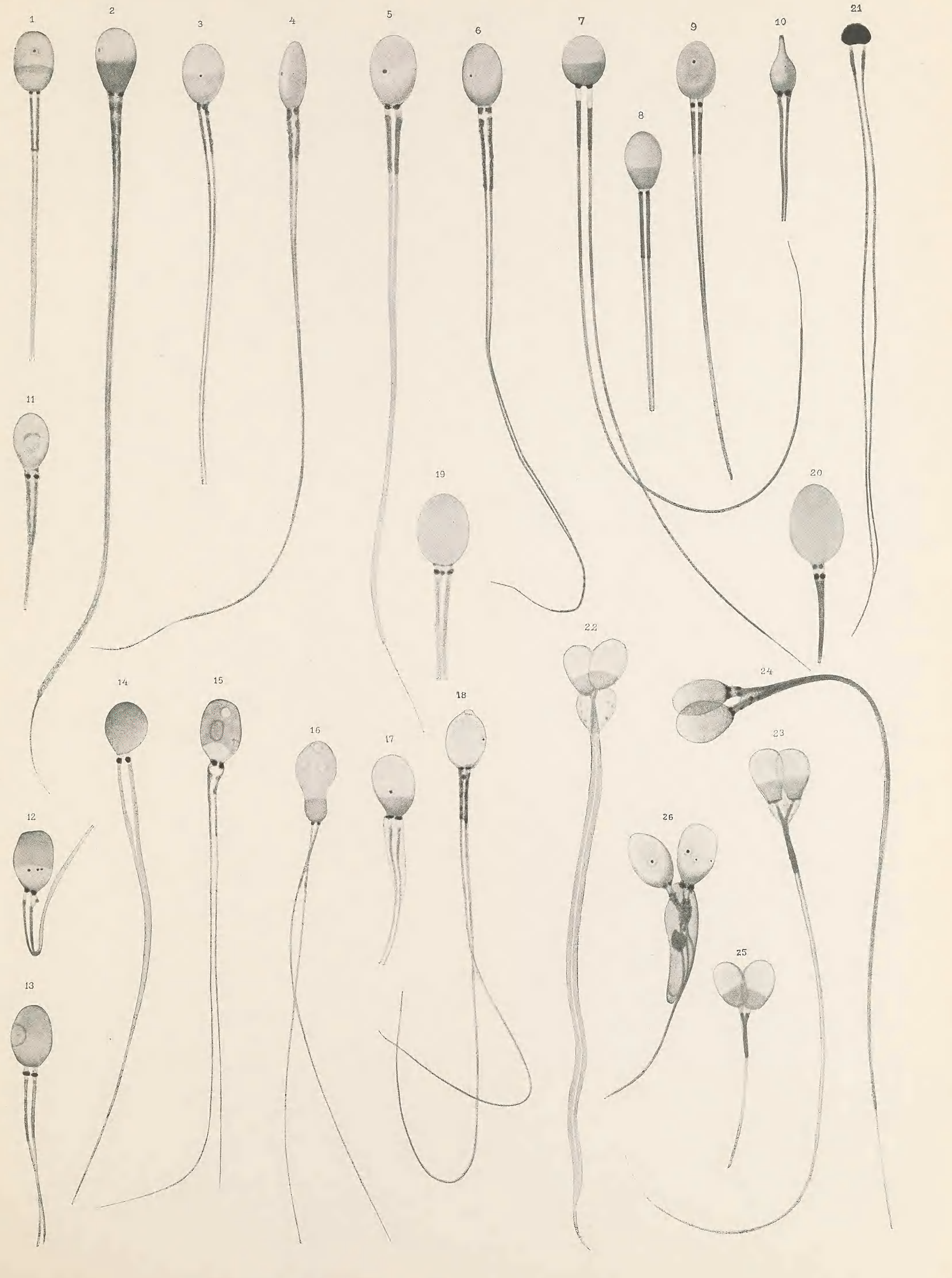
Fig. 1—18. Doppelschwänze in verschieden ausgeprägter Ausbildung und in verschiedenen Formvariationen. Im Allgemeinen sind hier nur zwei proximale Centralkörperkörnchen vorhanden.

Fig. 19. Doppelschwanz mit wenigstens drei Centralkörperchen.

Fig. 20. Hier sind deutlich zwei Paar Centralkörperchen wahrzunehmen, von denen aber das hintere Paar dunkler gefärbt und schärfer ausgeprägt ist.

Fig. 22—26. Doppelköpfe in verschiedenen Variationen. Alle Figuren der Tafel sind bei Zeiss' Apochrom. 2,0 Mm, Apert. 1,30, 160 Mm Tubuslänge und Comp. Ocul. 12 gezeichnet, aber ausserdem in dreimaliger Linearvergrösserung gezeichnet.

Aus Strichpräparaten, die mit Zenker'scher oder Carnoy'scher Flüssigkeit und Eisenalaun-Hämatoxylin behandelt worden sind.



Gez. von Gustaf Wennman.

Autotypie von Justus Cederquist, Stockholm.

Tafel XVII.

Spermien des Meerschweinchens, des Stieres und der Katze.

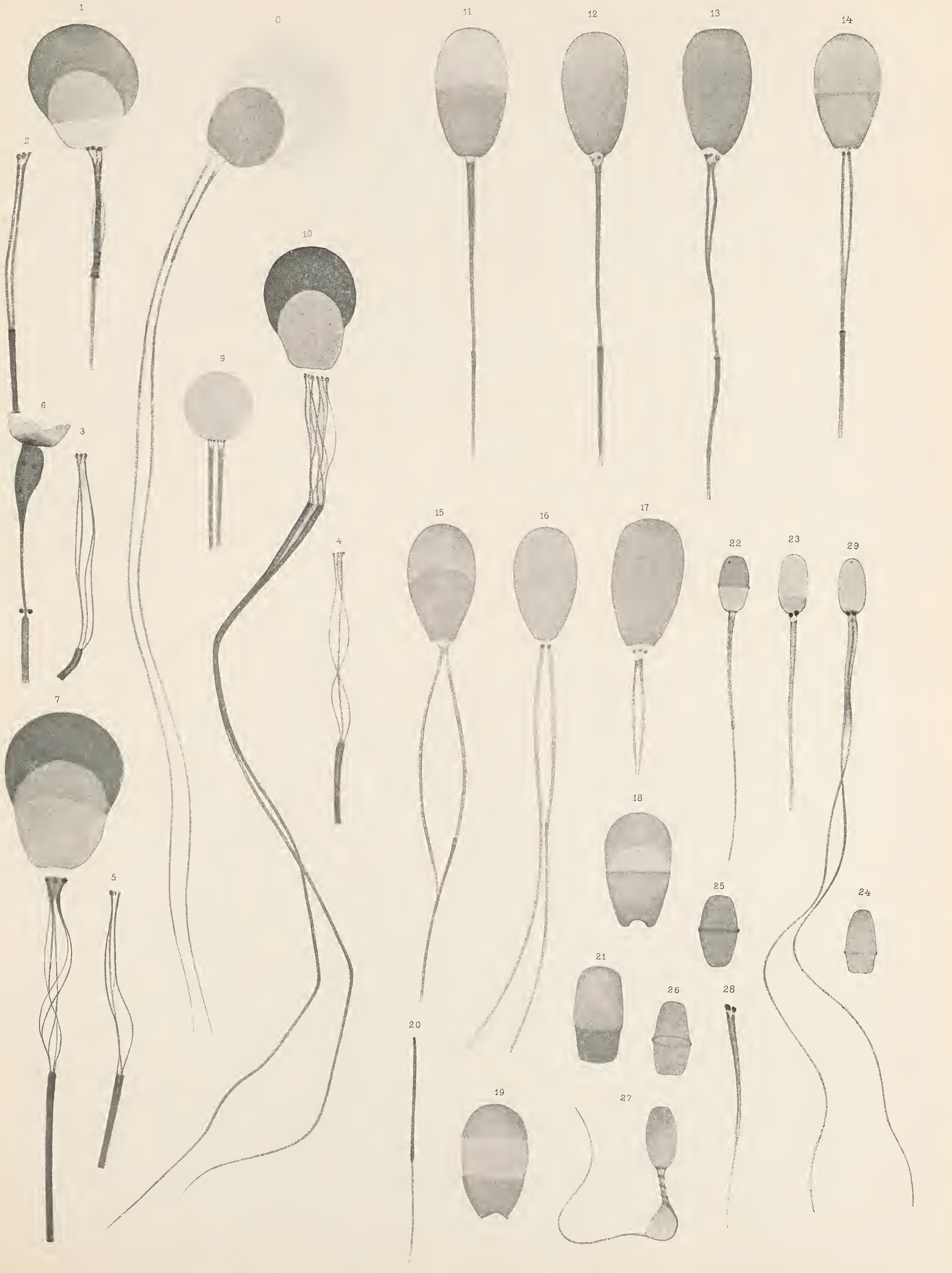
Fig. 1—10. Spermien vom *Meerschweinchen*. — *Fig. 1, 7, 8, 9 und 10* mit erhaltenen, von der Fläche gesehenen Köpfen, Fig. 1, 7, 8, 10 mit der Kopfkappe. — Fig. 1 stellt eine typische Spermie, Fig. 8, 9 und 10 dagegen Doppelschwänze dar — In den Fig. 2, 3, 4, 5, 7 und 10 sieht man den Achsenfaden des Verbindungsstückes in mehr oder weniger zahlreiche Fädchen aufgelöst. — *Fig. 6* zeigt den ringförmigen distalen Centralkörper; in den übrigen Figuren (mit der Ausnahme von Fig. 8) erkennt man die proximalen Centralkörper.

Fig. 11—21. Spermien vom *Stier,* in Fig. 11—19 und 21 mit dem Kopfe von der Fläche, in Fig. 20 von der Kante gesehen. Fig. 11 stellt den vorderen Theil einer unmacerirten typischen Spermie dar; Fig. 13—17 repräsentiren macerirte Spermien, in denen der Achsenfaden des Verbindungsstückes, in Fig. 15 und 16 auch des Hauptstückes in zwei Fäden zerlegt ist. In mehreren Figuren sieht man die proximalen Centralkörper und die Grenze der Kopfkappe, in Fig. 11, 15 und 18 auch den »Innenkörper». Fig. 19 zeigt einen Kopf mit drei Abtheilungen; Fig. 21 giebt einen nicht völlig ausgebildeten Kopf wieder,

Fig. 22—28. Spermien der *Katze* mit dem Kopfe von der Fläche gesehen. *Fig. 22* stellt den vorderen Theil einer unmacerirten typischen Spermie dar; man sieht die hintere Grenze der Kopfkappe als einen ringförmigen Wulst; in *Fig. 22, 24, 25 und 26* ist dieser Ring noch deutlicher ausgeprägt. — *Fig. 23* zeigt im Verbindungsstück eine Andeutung zur Zusammensetzung des Achsenfadens aus zwei Fädchen und zwei proximale Centralkörperchen. — *Fig. 29* giebt einen Doppelschwanz wieder, an dem man auch zwei Centralkörperchen erkennt. — *Fig. 28* stellt das Vorderende eines Schwanzes ohne Kopf dar; in dem Verbindungsstück nimmt man die Zusammensetzung aus zwei Fädchen und zwei Centralkörperchen wahr. — *Fig. 27* giebt eine nicht völlig ausgebildete Spermie mit Cytoplasmahülle wieder,

Die Figuren der Tafel sind bei Zeiss' Apochrom. 2,0 Mm, Apert. 1,30 und Comp. Ocul. 12, 160 Mm Tubuslänge, aber ausserdem noch drei Mal linear vergrössert gezeichnet.

Aus Strichpräparaten, die mit Zenker'scher oder Carnoy'scher Flüssigkeit und Eisenalaun—Hämatoxylin behandelt worden sind.



Gez. von Gustaf Wennman. Autotypie von Justus Cederquist, Stockholm.

Tafel XVIII.

Spemien von Acanthias.

Fig. 1—2. Zwei Köpfe von Spermien, nach Fixirung in Zenker'scher Flüssigkeit und Färbung mit Eisenalaun-Hämatoxylin; der in Fig. 2 abgebildete Kopf gehört einer etwas weniger entwickelten Spermie; an beiden sieht man das hellere Spitzstück (den Spiess oder das Perforatorium).

Fig 3. Der Kopf einer in Kochsalzlösung macerirten und dann mit Rosanilin gefärbten, in Canadabalsam eingeschlossenen Spermie, an welcher man im Verbindungsstück den quer liegenden ringförmigen Körper und den etwas spiralig gewundenen Faden sieht. An dem angeschwollenen Kopfe selbst tritt der Spiralfaserapparat scharf hervor.

Fig. 4. Ein ebensolcher Kopf einer mit Kochsalzlösung, Rosanilin und Acetas kalicus behandelten Spermie, an deren Hinterende eine Berstung entstanden ist, wodurch die Spiralfaser ausgezogen wurde.

Fig. 5. Der Kopf einer in gleicher Weise, wie in Fig. 4 angegeben ist, behandelten Spermie mit dickerem, bandartigem Spiralfaserapparat.

Fig. 6. Partie eines in gleicher Weise behandelten, noch mehr angeschwollenen Spermienkopfes, dessen Spiralfaser am hinteren Ende ringförmig gerollt und durch die Berstung des Kopfes ausgezogen ist; sein Hinterende ist am Verbindungsstück angeheftet.

Fig. 7. Die mittlere Partie eines stark angeschwollenen Kopfes (die gleiche Behandlung wie in Fig. 4—6), an dem man *zwei*, einander parallel verlaufende Spiralfasern bemerkt.

Fig. 8 und 9. Verbindungsstücke, nach der Behandlung mit Kochsalzlösung, Rosanilin und Acetas kalicus.

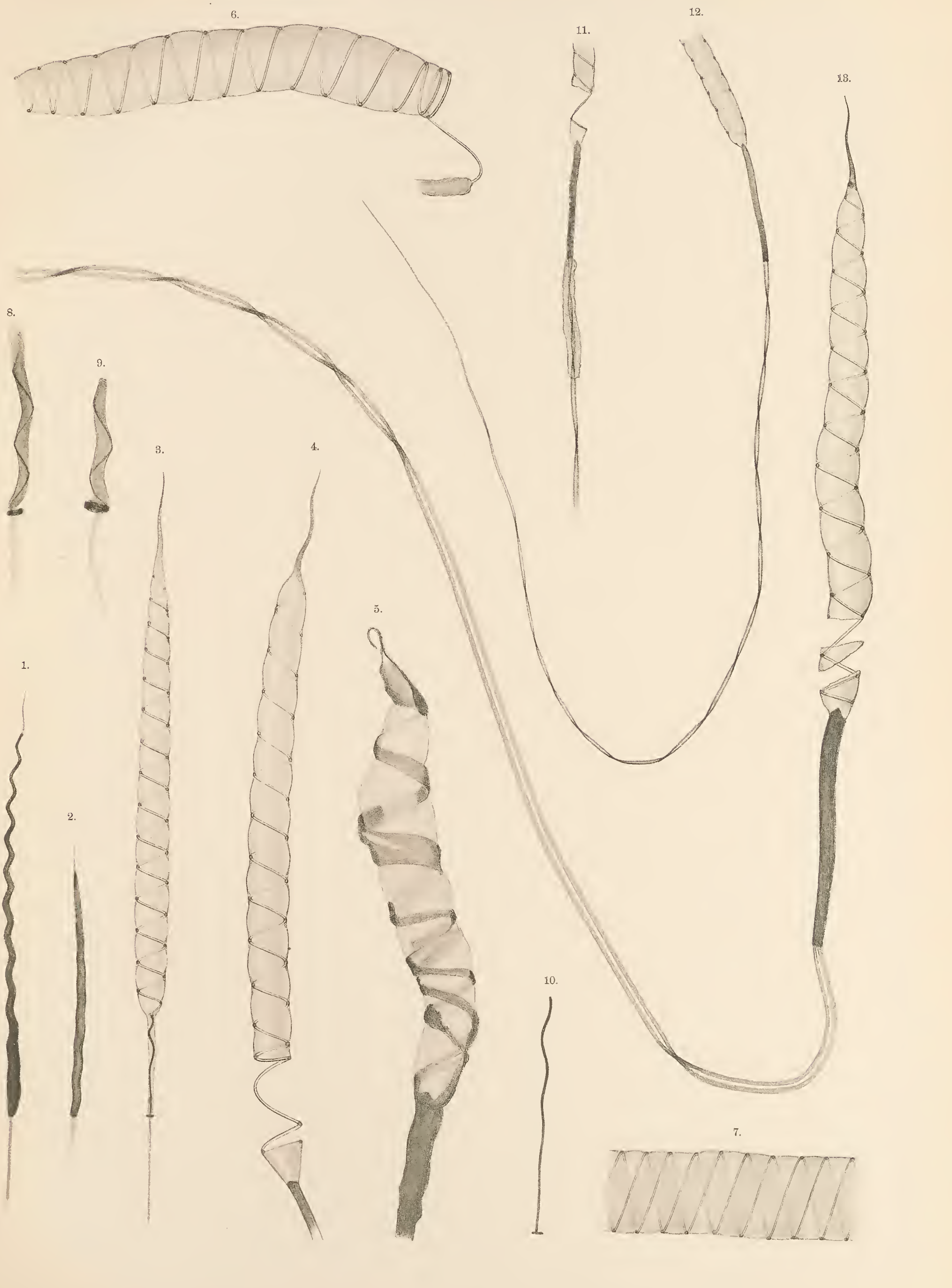
Fig. 10. Isolirter spiraliger Faden aus einem mit Kochsalzlösung und Rosanilin behandelten, in Canadabalsam eingeschlossenen Verbindungsstücke (vergleiche Fig. 3).

Fig. 11. Das Hinterstück des Kopfes, das Verbindungsstück und die vordere Partie des Hauptstückes einer, wie in Fig. 4 angegeben ist, macerirten und gefärbten Spermie. An der vorderen Partie des Hauptstücks sieht man eine cytoplasmatische Hülle; im Inneren derselben sieht man Windungen des Hauptstücks und nach hinten von ihr noch eine Windung.

Fig. 12. Die hintere Partie des Kopfes einer ebenfalls mit Kochsalzlösung, Rosanilin und Acetas kalicus behandelten Spermie, an welcher der Schwanz in seiner vollständigen Länge wiedergegeben ist. Am Hauptstück sieht man die in ziemlich regelmässiger Reihenfolge vorhandenen Windungen der beiden parallel verlaufenden Axenfaden; gegen das hintere Ende des Schwanzes, an dem sich ein deutlich abgesetztes Endstück nicht darthun lässt, hören die Windungen allmählig auf.

Fig. 13. Der Kopf und die vorderen Theile des Schwanzes einer mit Kochsalzlösung, Rosanilin und Acetas kalicus behandelten Spermie. Am hinteren Theile des Kopfes ist in Folge der Anschwellung eine Berstung entstanden, durch welche zwei quere Rissstellen hervorgerufen sind, wobei jedoch die Spiralfaser erhalten und ausgezogen ist. Am Verbindungsstück erkennt man hier keine feinere Struktur; dagegen sieht man am Hauptstück sehr deutlich die Zusammensetzung aus zwei einander parallel verlaufenden Fäden, deren Windungen um einander nur zum Theil erhalten sind; durch die Behandlung ist hier offenbar eine Anzahl der Windungen aufgehoben.

Alle Figuren der Tafel sind bei Zeiss' Apochrom. 2,0 Mm, Apert. 1,30, Tubusl. 160 Mm, Comp. Ocul. 12 gezeichnet, dabei aber noch ausserdem in verschiedener Stärke vergrössert worden, nämlich: die Fig. 1, 2 und 11, 12 2 Mal, die Fig. 3 3 Mal, die Fig. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 und 13 4 Mal, alle in Linearvergrösserung.



Gez. von Gustaf Wennman.

Lichtdr. von Chr. Westphal, Stockholm.

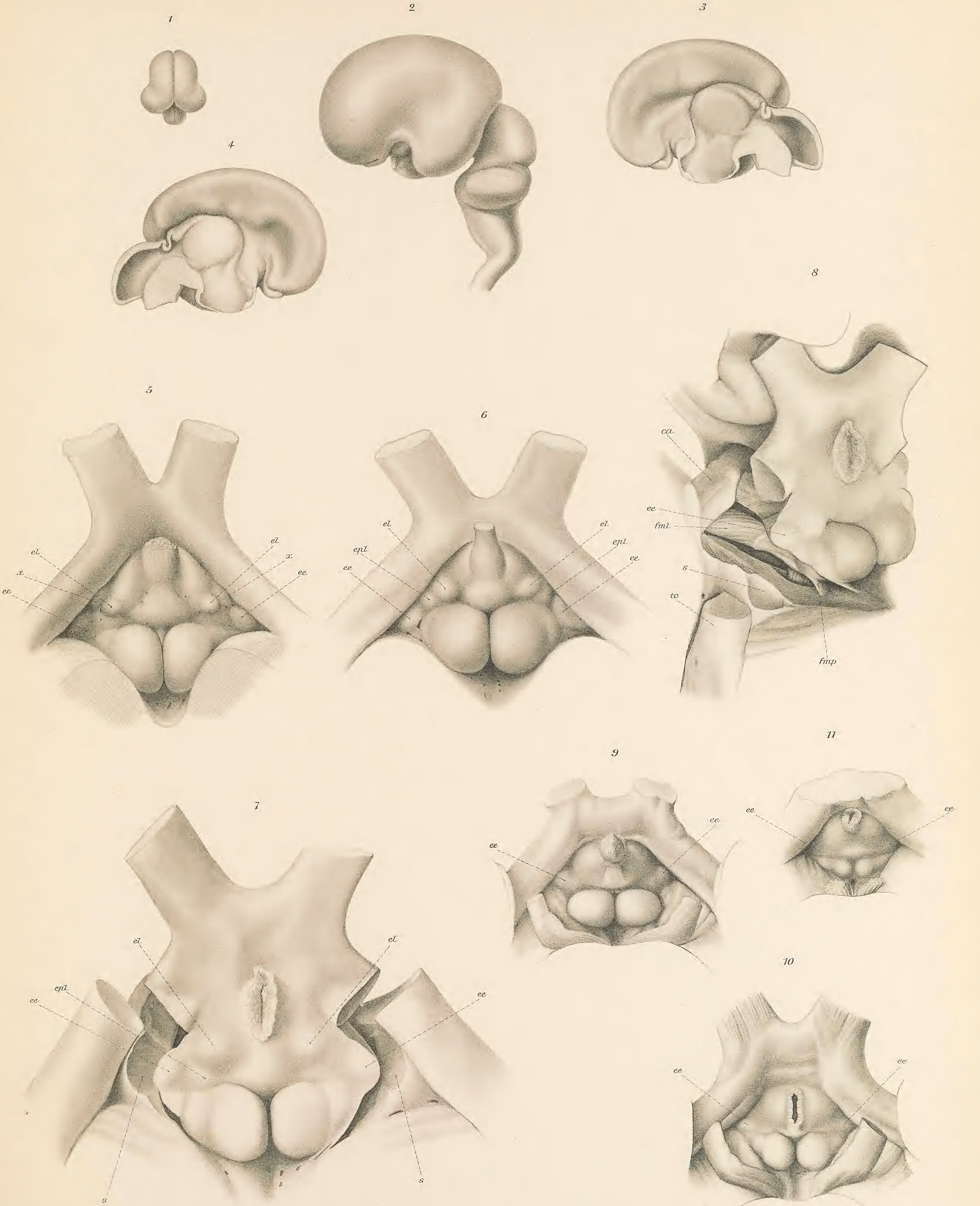
Tafel XIX.

Zur Frage der transitorischen Furchen des embryonalen Menschenhirns und zur Kenntniss der Gehirnbasis und ihrer Ganglien beim Menschen.

Fig. 1—4. Das Gehirn eines ganz frischen, bei einer Laparatomie herausgenommenen *menschlichen Embryos* mit einer Steiss-Scheitellänge von 52 Mm. Härtung in Zenker'scher Flüssigkeit. — *Fig. 1.* Ansicht von oben, in naturl. Grösse; — *Fig 2.* Ansicht von der linken Seite, 3 Mal vergrössert; — *Fig 3.* Die mediale Fläche der rechten Gehirnhälfte, 3 Mal vergrössert; — *Fig 4.* Die mediale Fläche der linken Gehirnhälfte, 3 Mal vergrössert.

Fig. 5—8. Partie der Gehirnbasis des erwachsenen *Menschengehirns.* In der Mitte findet man, nach oben (vorn) von den Corpora mamillaria, die *Eminentia saccularis* und nach oben von ihr den Abgang des Hypophysisstieles und das Chiasma. In den Seitenfeldern des Tuber cinereum sind verschiedenartige kleinere Höcker sichtbar, unter denen sich folgende zeigen: *Eminentiæ laterales (el), Eminentiæ extremæ (ee), Eminentiæ postero-laterales (epl);* in Fig. 5 sieht man ausserdem lateralwärts von den Eminentiæ laterales ein Höckerpaar (x), das vielleicht Nuclei supraoptici repräsentirt. Die Fig. 5 und 6 stellen die Präparate in 3-maliger Vergrösserung dar. Die Fig. 7 giebt in 4-maliger Vergröss. ein Präparat wieder, an dem die Tractus optici durchgeschnitten und die mittlere Region von den Seitenpartien abgetrennt sind, wobei die Eminentiæ extremæ (Nuclei extremi) aus ihren anliegenden schalenförmigen Höhlen *(s)* ausgelöst sind. Die Fig. 8 stellt dasselbe Präparat schief von unten-rechts her, wobei man ausserdem die *Commissura anterior (ca),* das *Vicq d'Azyr'sche Bündel (fmt)* und den *Fasciculus mamillo-peduncularis (fmp)* erkennt. 4-malige Vergrösserung.

Fig. 9—11. Die entsprechende Region vom erwachsenen Gehirn einiger höherer *Affen. Fig. 9* von einem *Orang Utan; Fig. 10* von einem *Chimpansen; Fig. 11* von einem *Cynocephalus mormon; ce* sind die *Eminentiæ extremæ.* 3 Mal vergrössert.



Gez. von Gustav Wennman

Lichtdruck von Chr. Westphal, Stockholm.